



Dénouer le paradoxe de l'urbanisme écologique : une réconciliation opérationnelle des morphologies denses et vertes

Métriques de durabilité pour la biodiversité et la résilience



...de nouvelles normes de PLU via le code de l'urbanisme ?

laboratoires



Thomas Bouteux
Marc Bourgeois, Bernard Kaufmann
Doctorat Ecologie Urbaine
Recherche-action

financements



Introduction

Ville dense / compacte



+

Ville verte / habitable



+

Biodiversité / résilience



Désirable

>50% végétation

Services écosystémiques

Szulcewska, B. et al. **How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence.** *Land Use Policy* **38**, 330–345 (2014).

Introduction

Ville dense / compacte



Ville verte / habitable



Biodiversité / résilience



+

+

Désirable

>50% végétation

Services écosystémiques

Szulcewska, B. et al. **How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence.** *Land Use Policy* 38, 330–345 (2014).

Bas carbone et coût ?



Frugale et inclusive ?
Acceptabilité?

< [R+7 – R+11]

Problématique // urbanisme écologique et résilient

Quelles **métriques morphologiques** durables ?

Des **points de bascule** pour définir de nouvelles normes au PLU ?

Pour garantir un **approvisionnement suffisant et pérenne de végétation**

* en capacité de soutenir un **niveau élevé de biodiversité !**

** (garantissant une résilience des **services écosystémiques !**)

Des injonctions paradoxales ?

Revue de la littérature

Dilemme ?

Densité

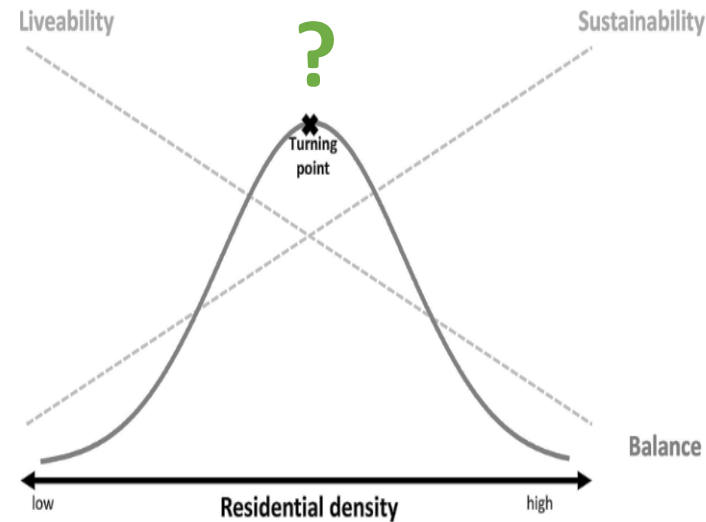


80%

Végétalisation

20%

Compromis ?



Wolff, M. & Haase, D. Mediating Sustainability and Liveability Turning Points of Green Space Supply in European Cities. *Frontiers in Environmental Science* 7, (2019).



Conciliation !

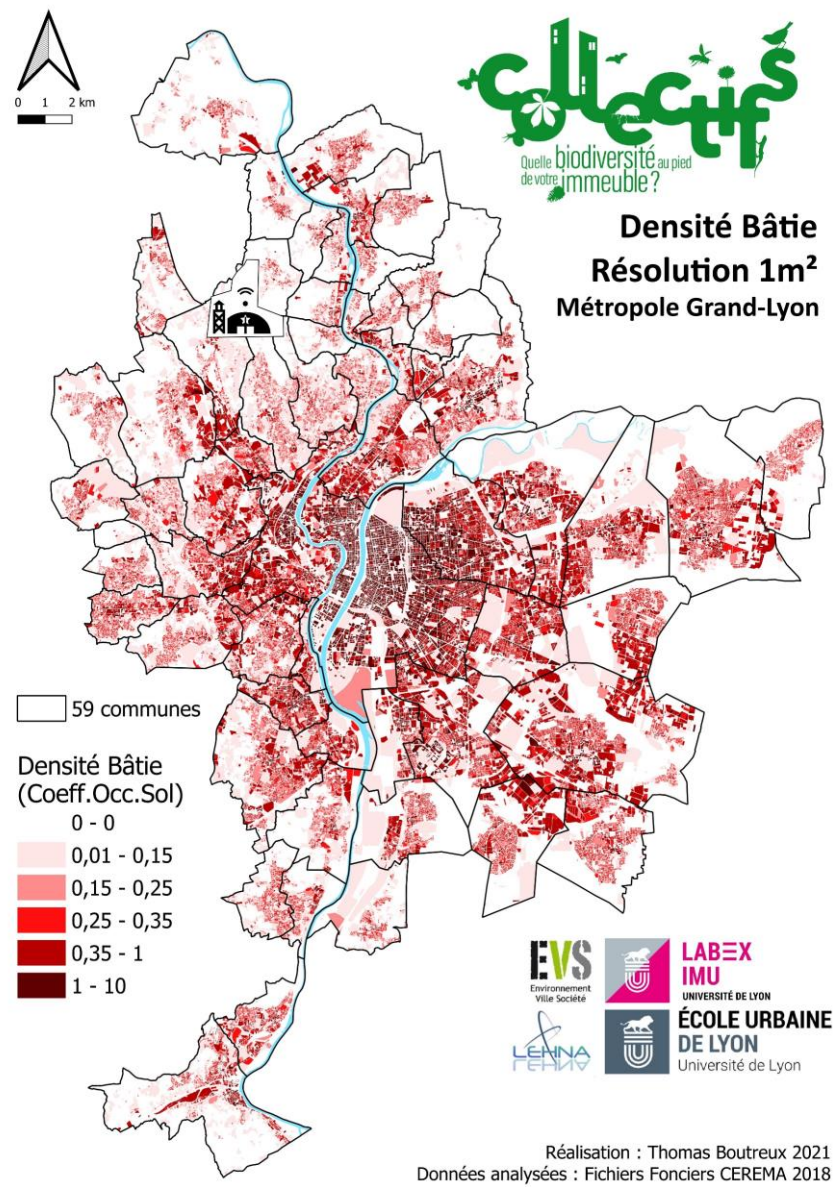
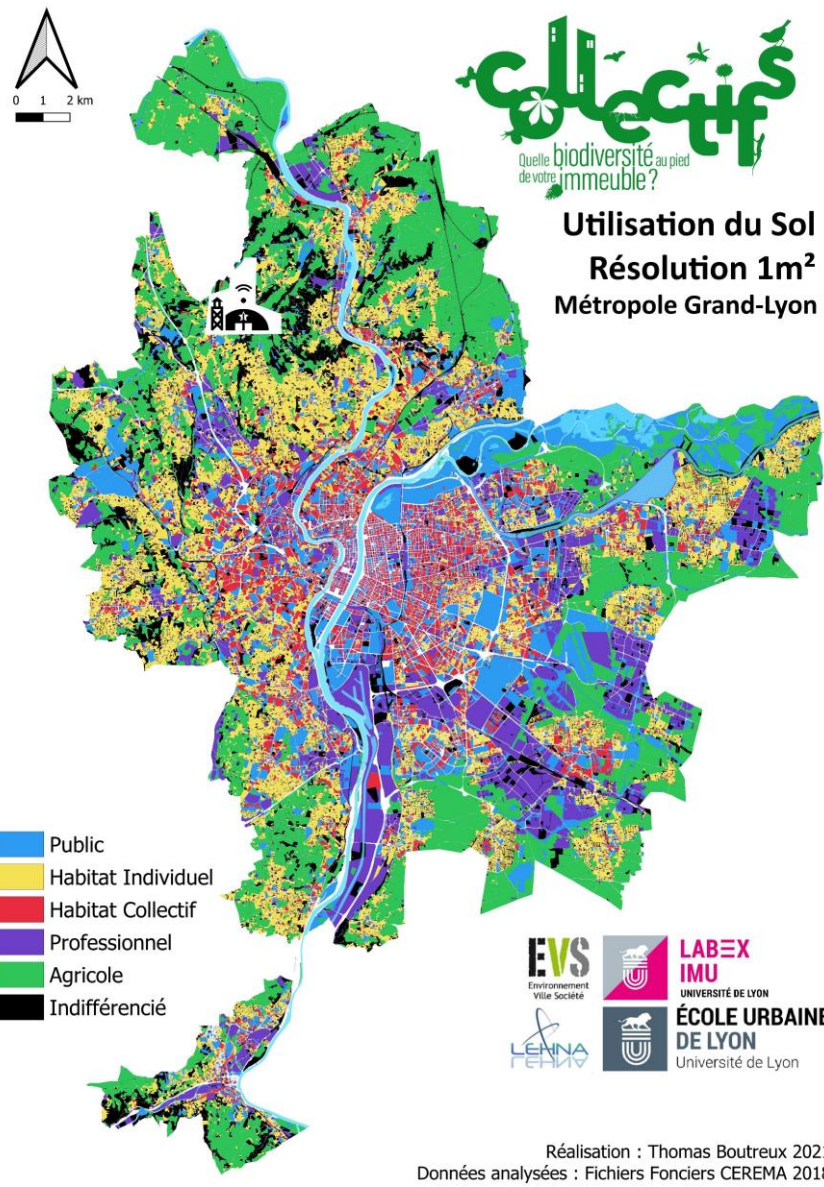
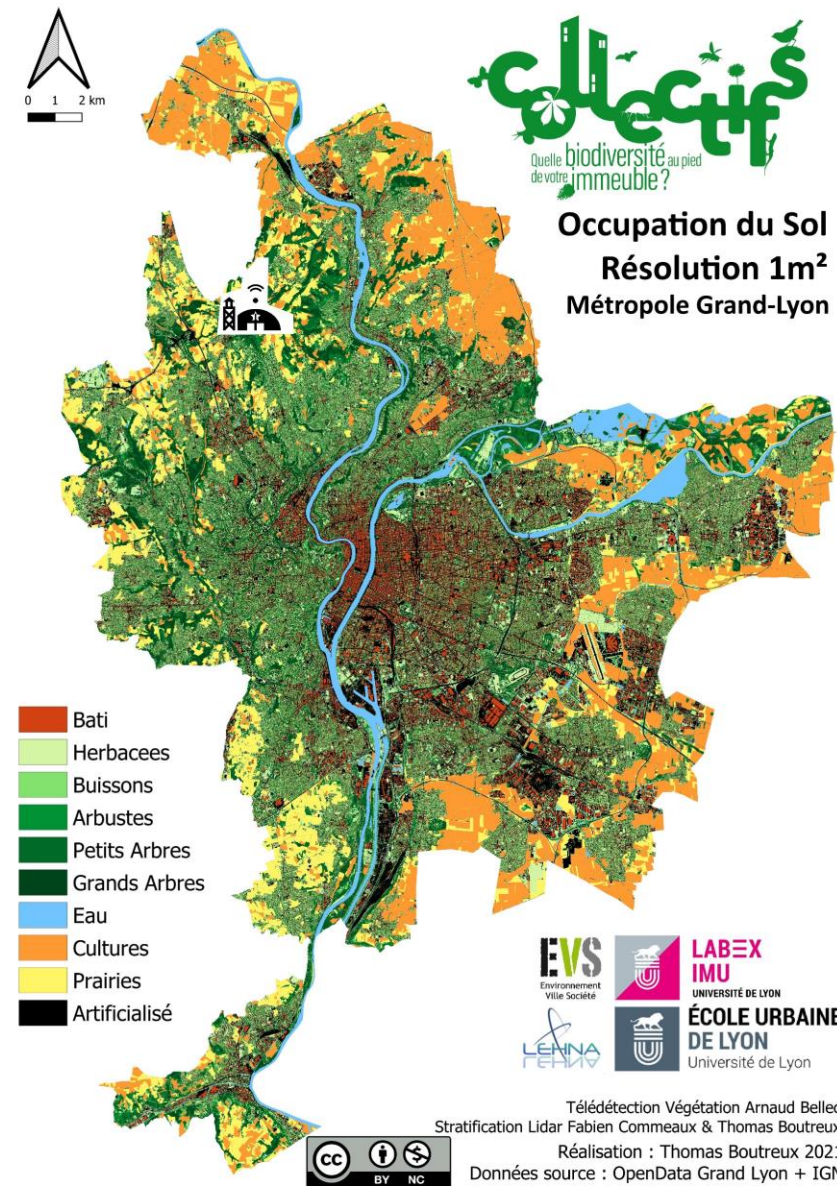
“ Conciliation of green and dense :
“ A lack of a clear agreement ”

Future research :

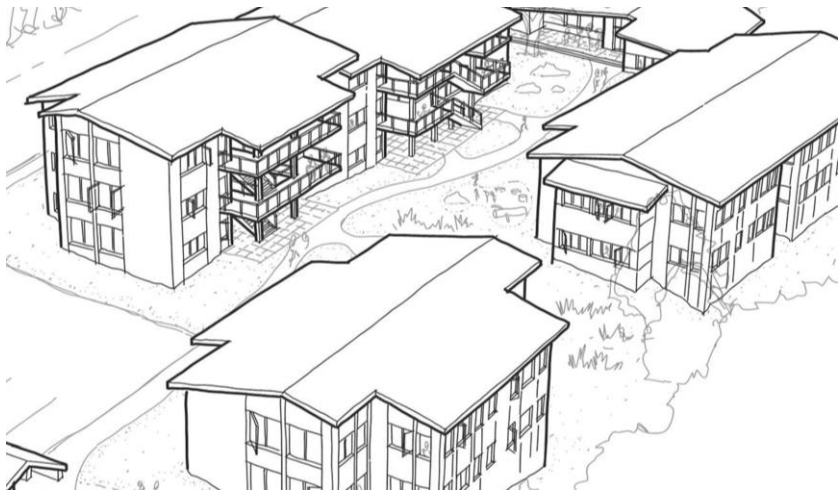
- explore multiple mediating variables
- deepen our understanding of interactions
- examine the role of each of these factors

Madureira, H. & Monteiro, A. *Going Green and Going Dense: A Systematic Review of Compatibilities and Conflicts in Urban Research*. *Sustainability* 13, 10643 (2021).

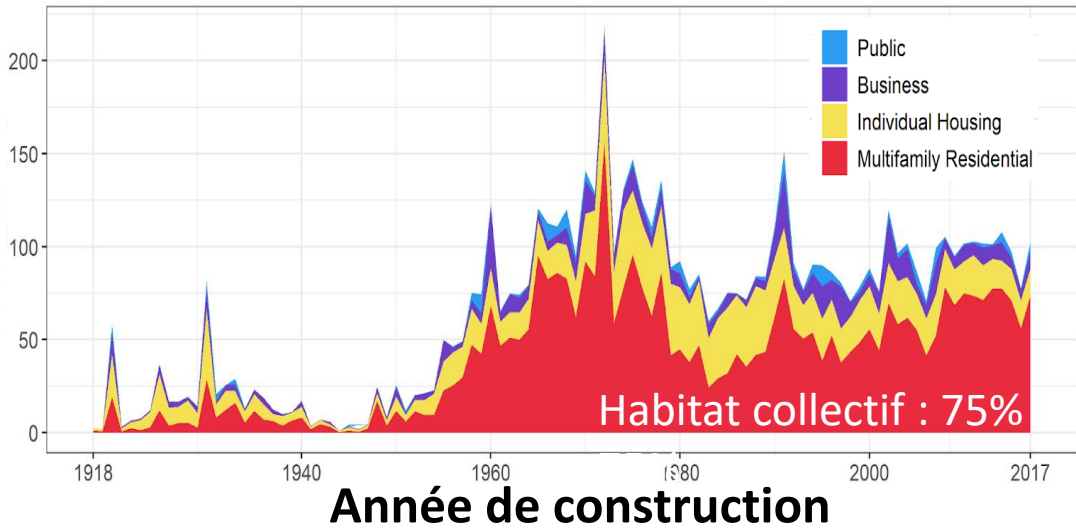
Données : connaitre le territoire



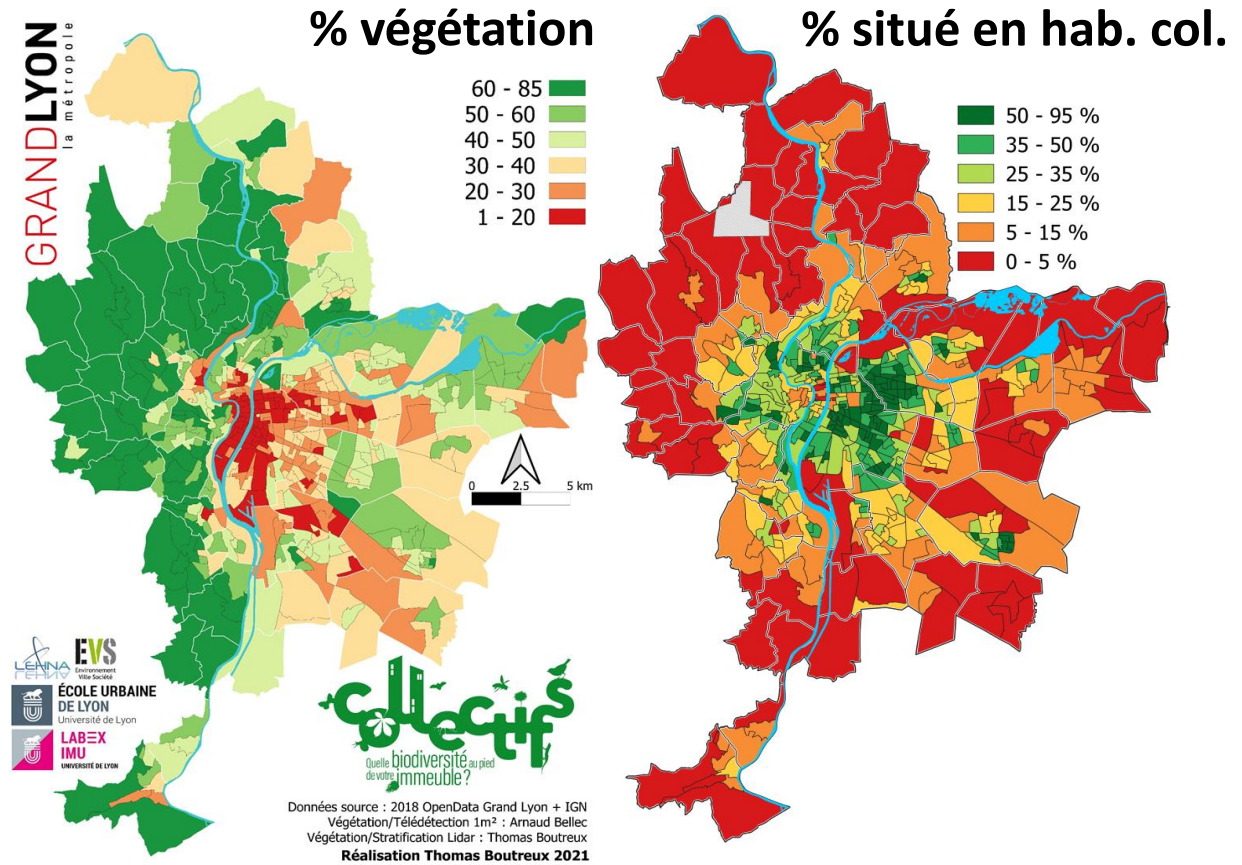
Enjeu stratégique sur l'habitat collectif



Surface Plancher bâties (10k m²)



L'habitat collectif stimule la construction

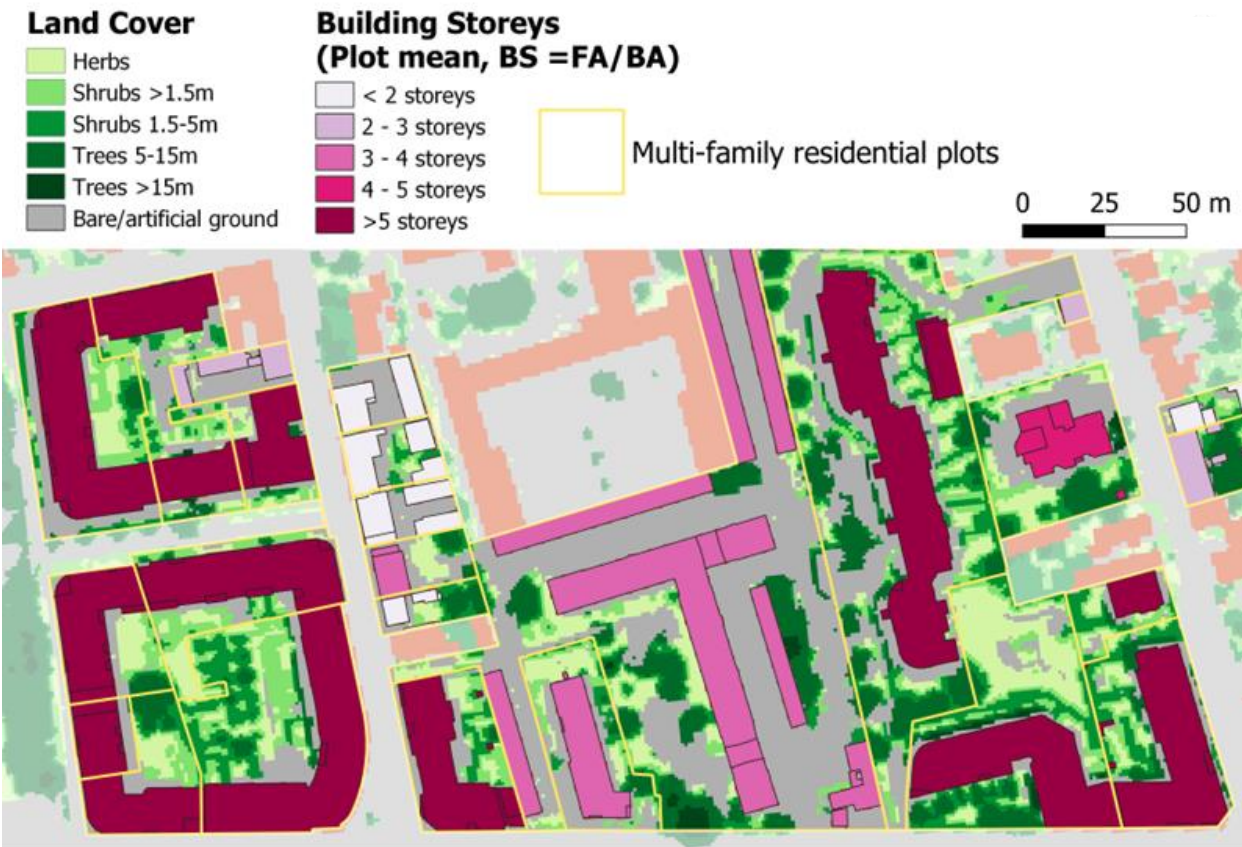


L'habitat collectif est un espace stratégique

- pour la majorité des citoyens
- dans les secteurs les plus carencés en végétation
- donc implémenter les solut. fondées sur la nature

Données

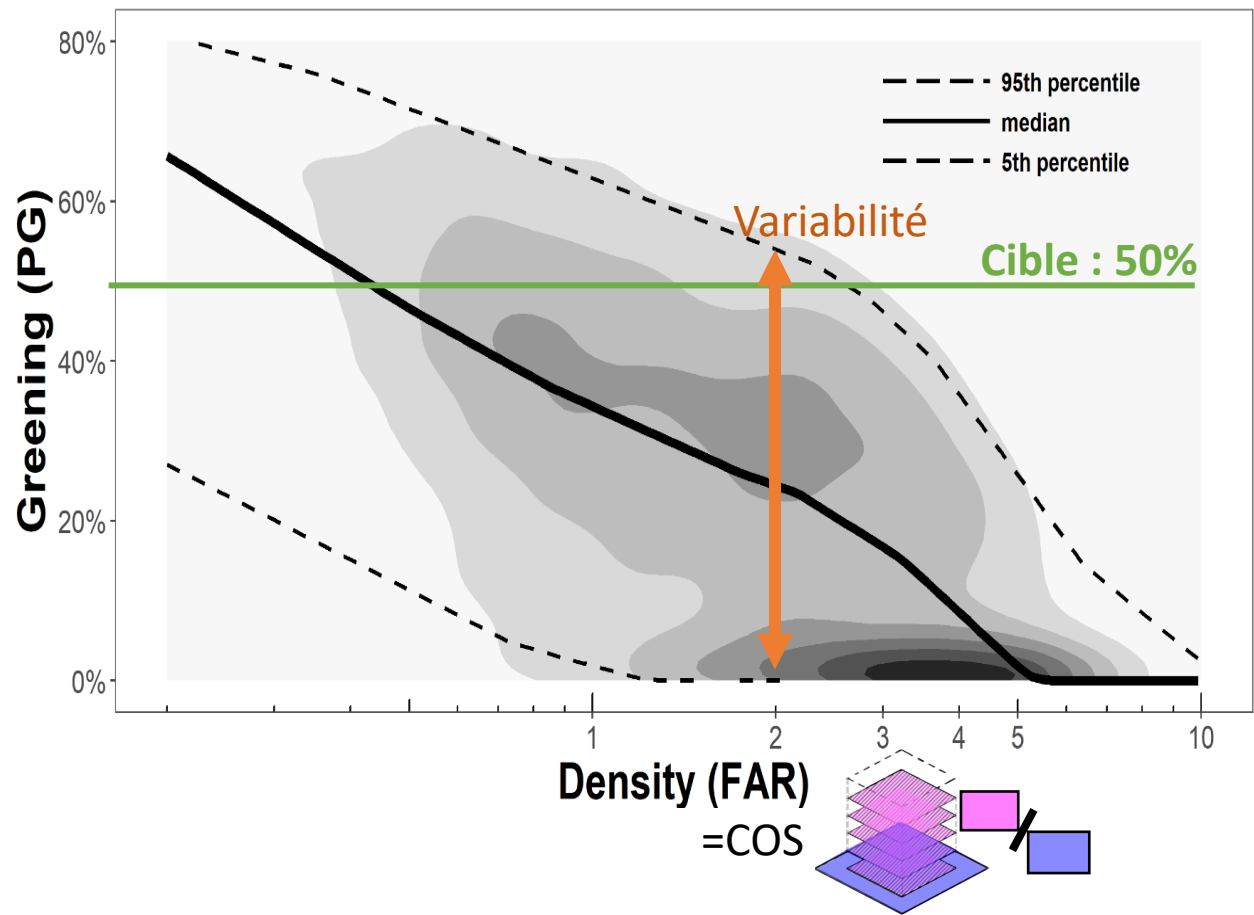
Données 11593 parcelles (Hab.col. 1918 - 2017)



CEREMA / Fichiers Fonciers
Télédétection / Stratification LiDAR

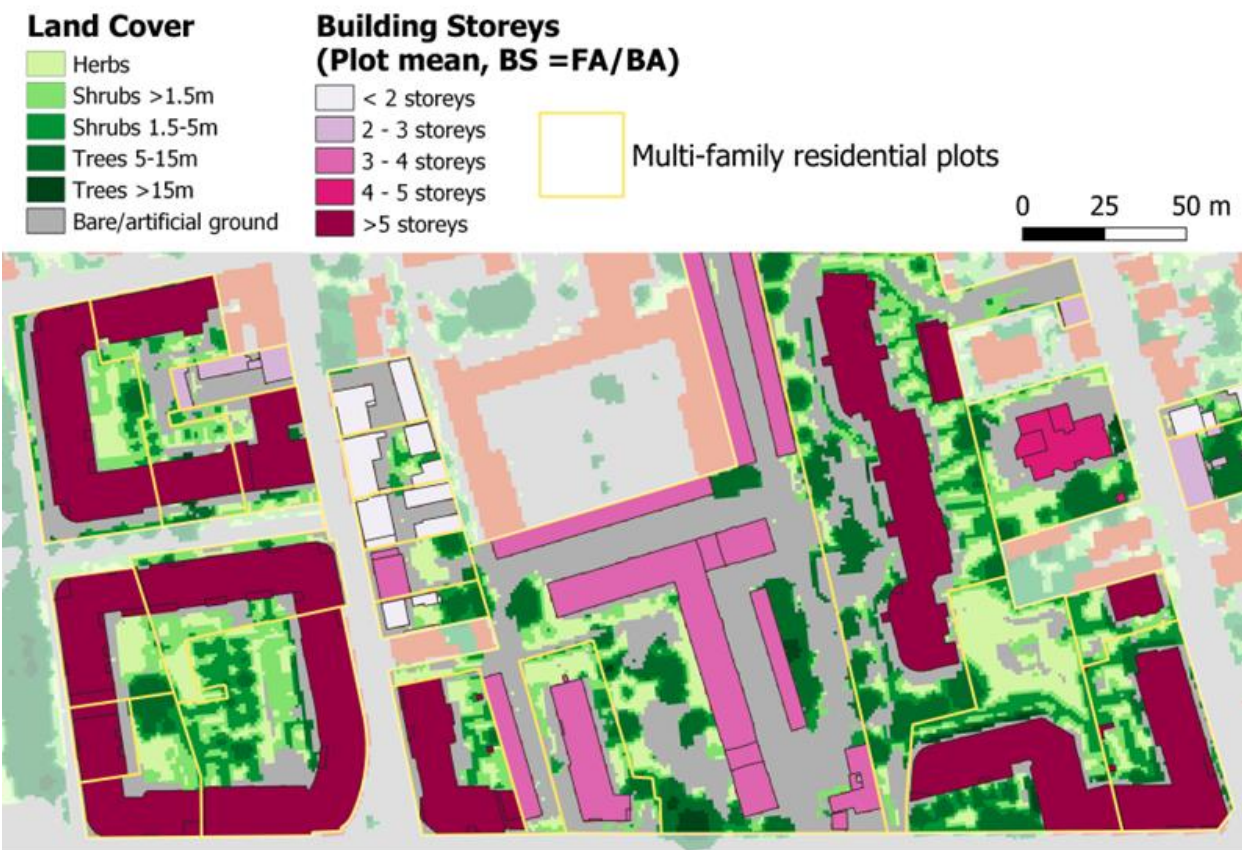
Relation Densité / Végétalisation

Où est le dilemme ?

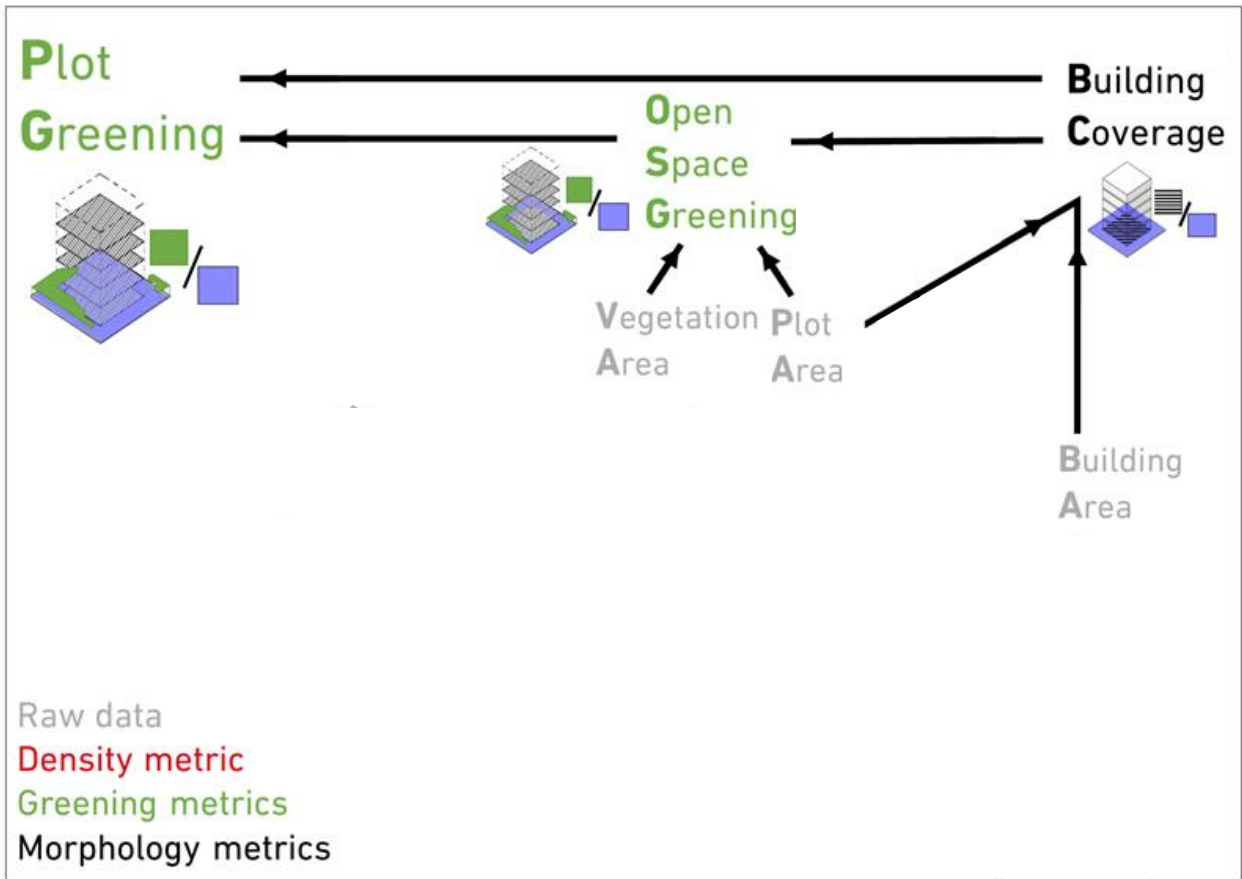


Données et méthode

Données 11593 parcelles (Hab.col. 1918 - 2017)



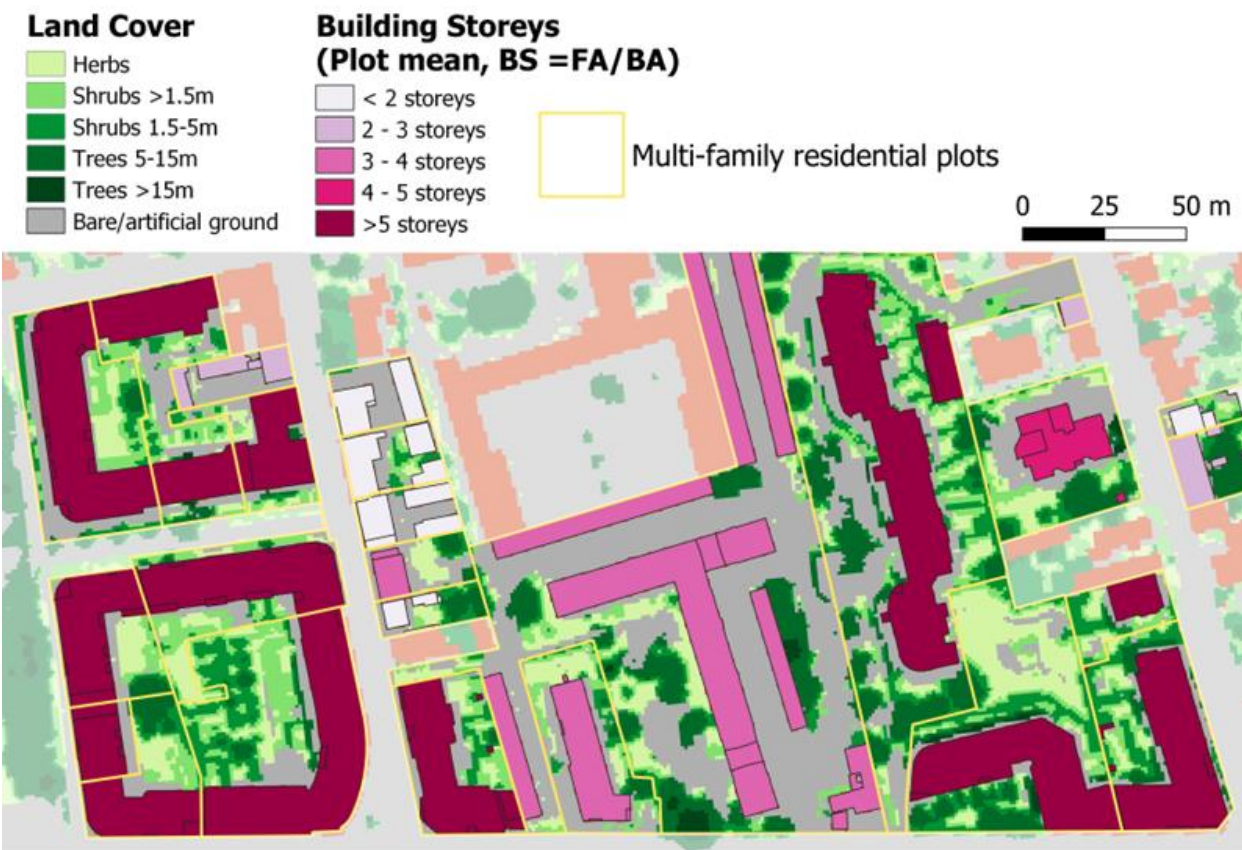
Système de métriques



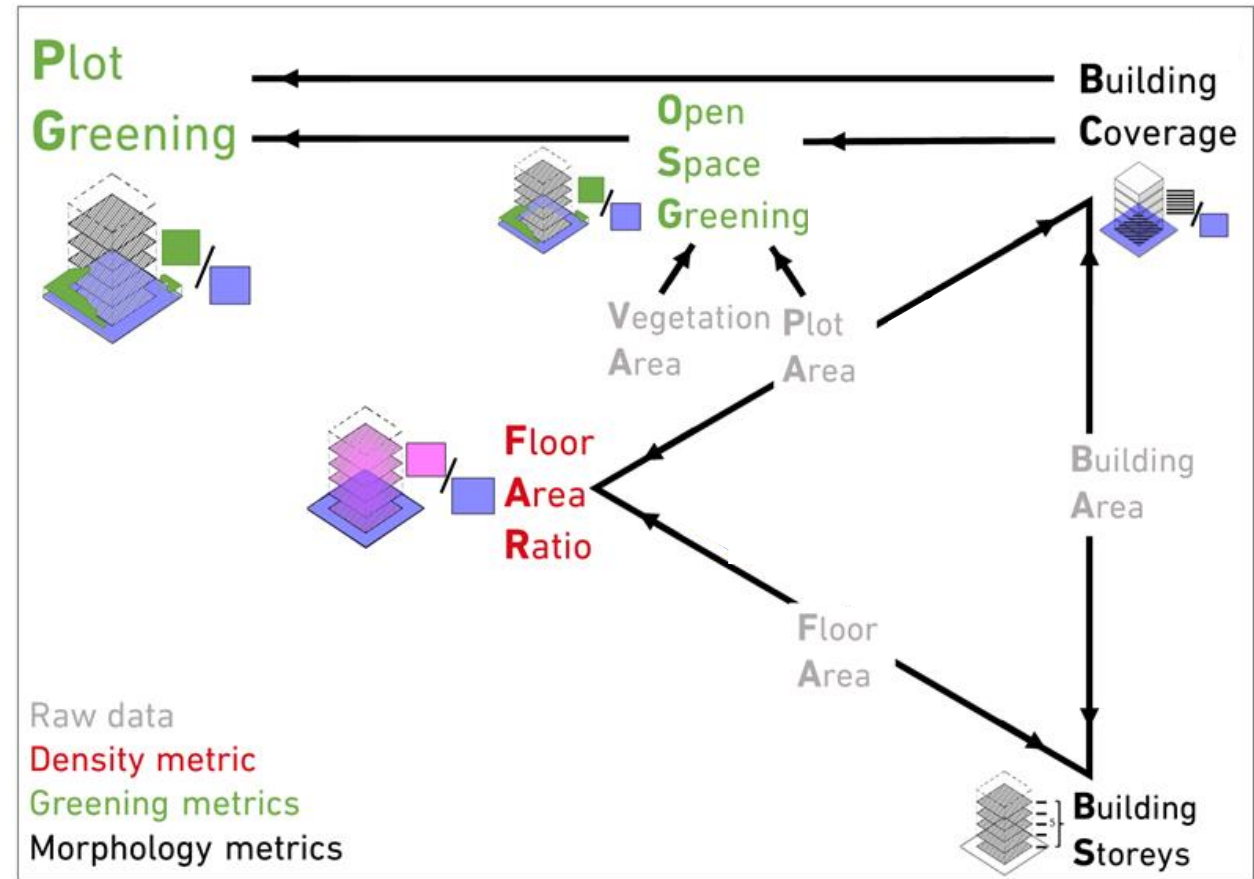
CEREMA / Fichiers Fonciers
Télédétection / Stratification LiDAR

Données et méthode

Données 11593 parcelles (Hab.col. 1918 - 2017)



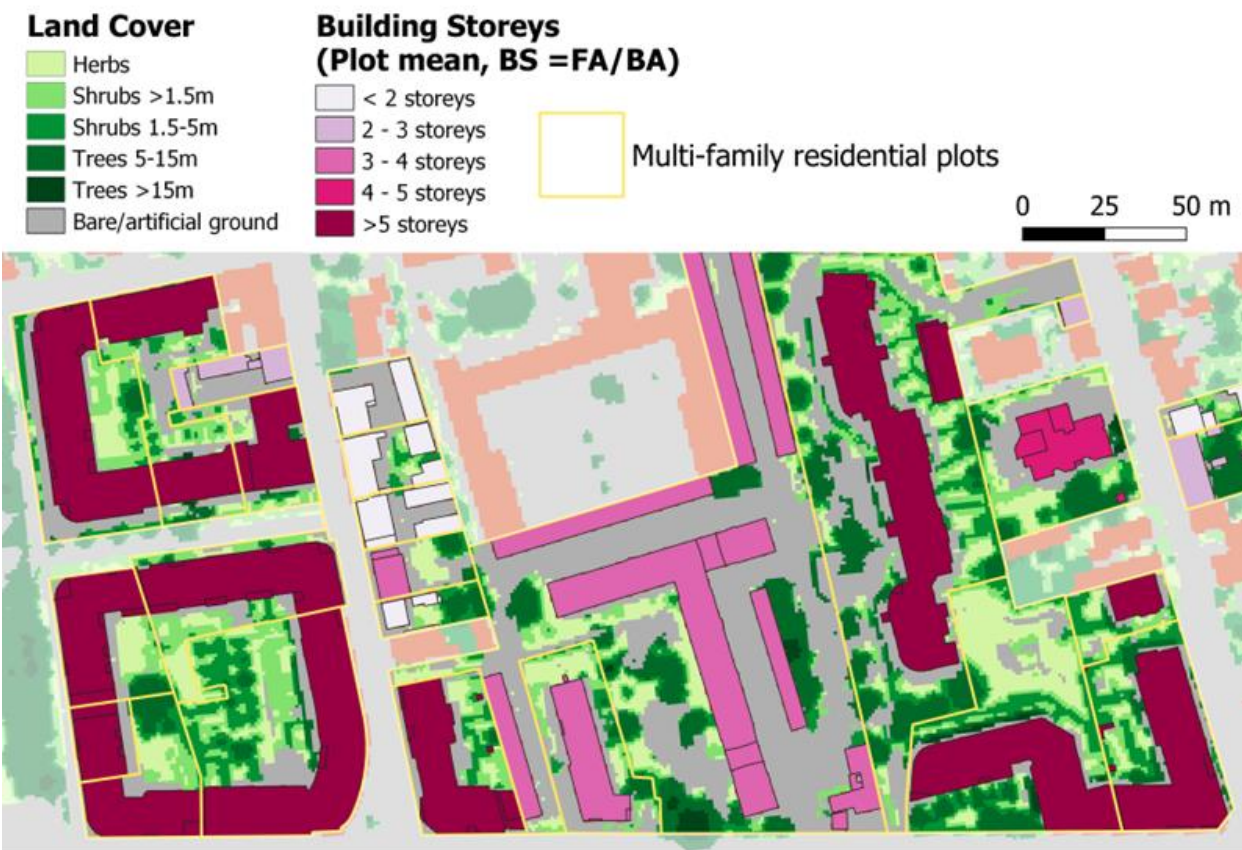
Système de métriques



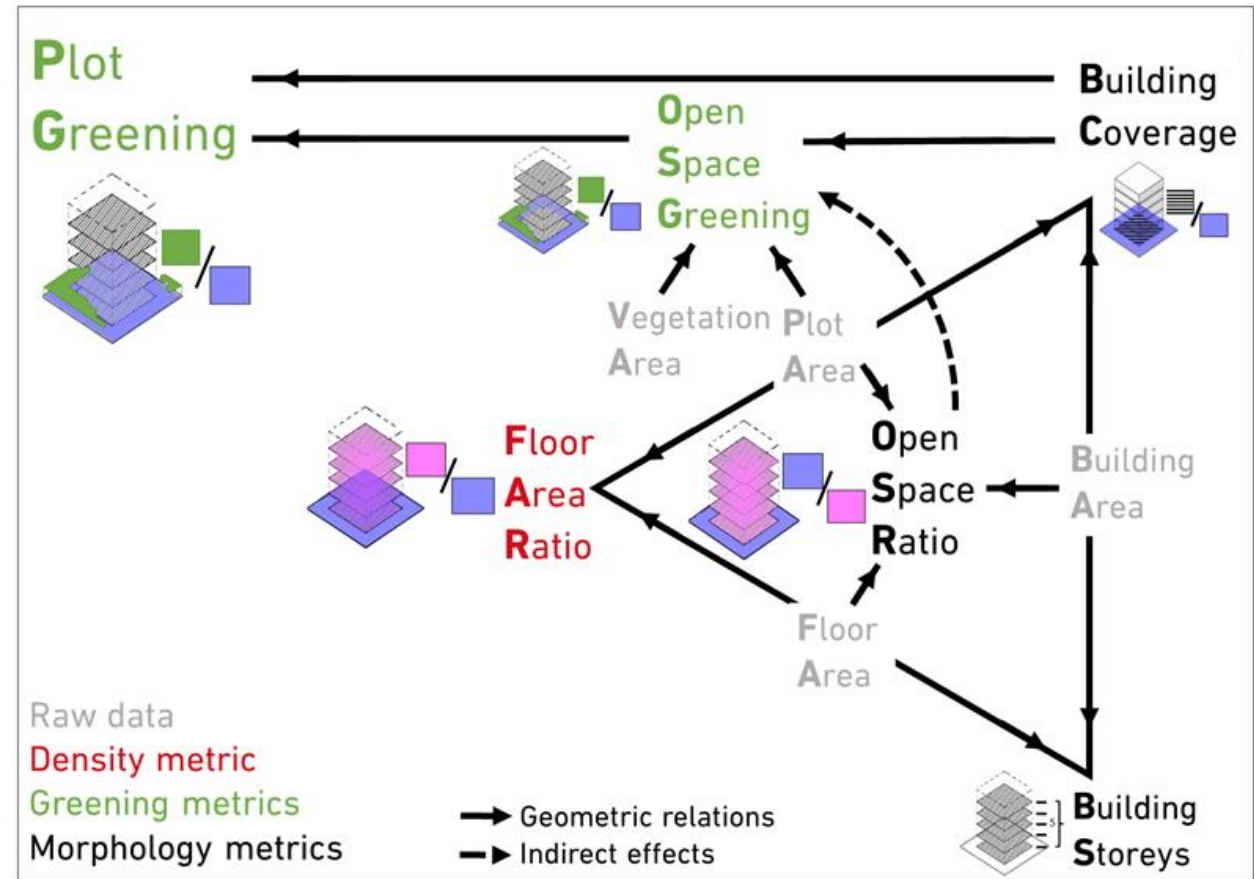
CEREMA / Fichiers Fonciers
 Télédétection / Stratification LiDAR

Données et méthode

Données 11593 parcelles (Hab.col. 1918 - 2017)



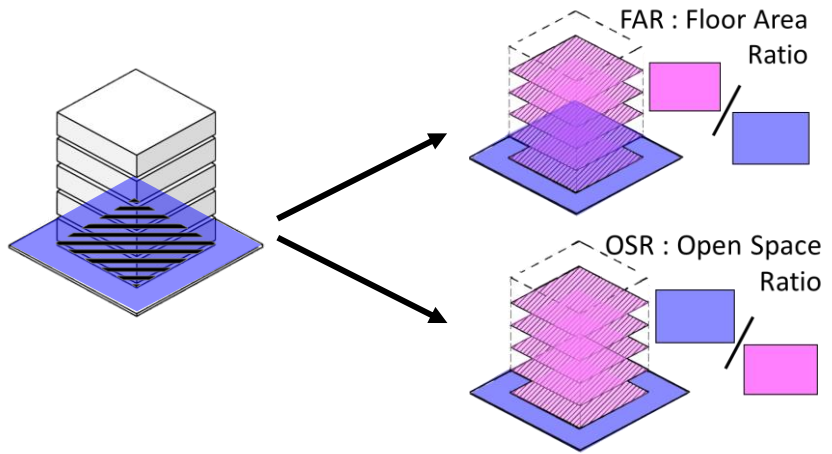
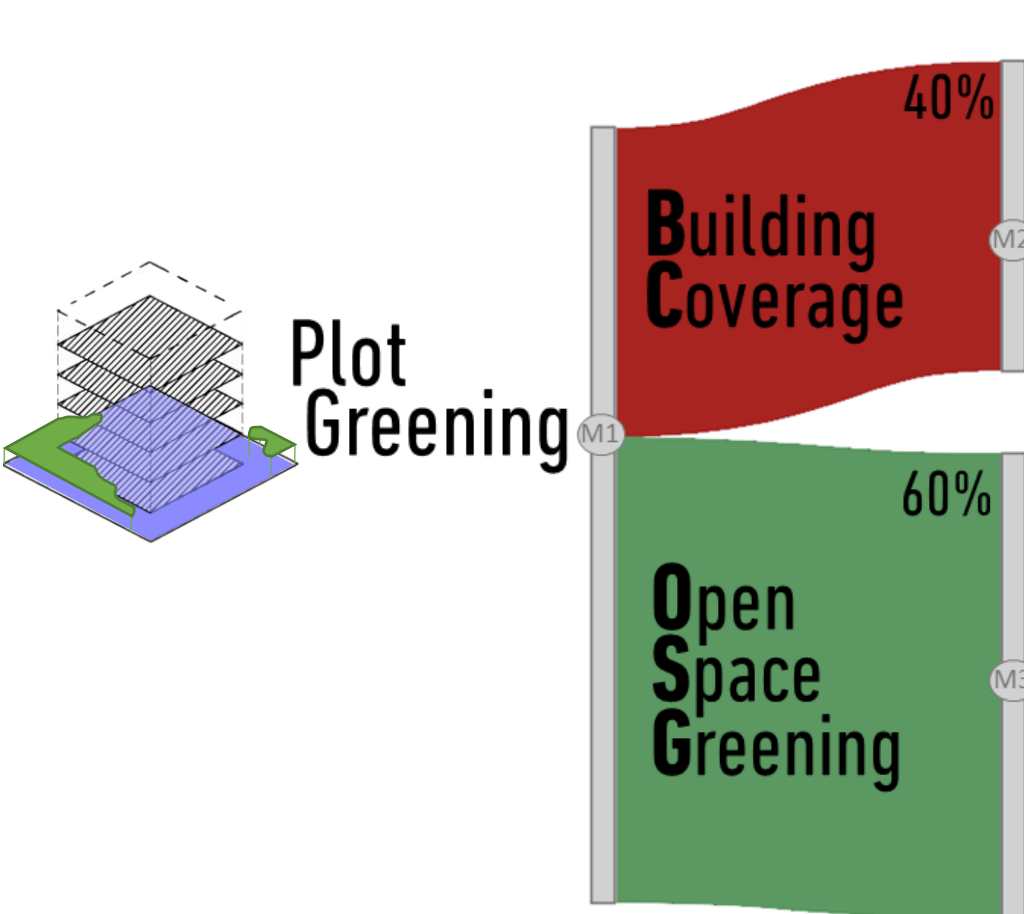
Système de métriques



CEREMA / Fichiers Fonciers
Télédétection / Stratification LiDAR

Rares mentions OSR : NYC urban planning
Colding, J. et al. *Frontiers in Social–Ecological Urbanism. Land* **11**, 929 (2022)

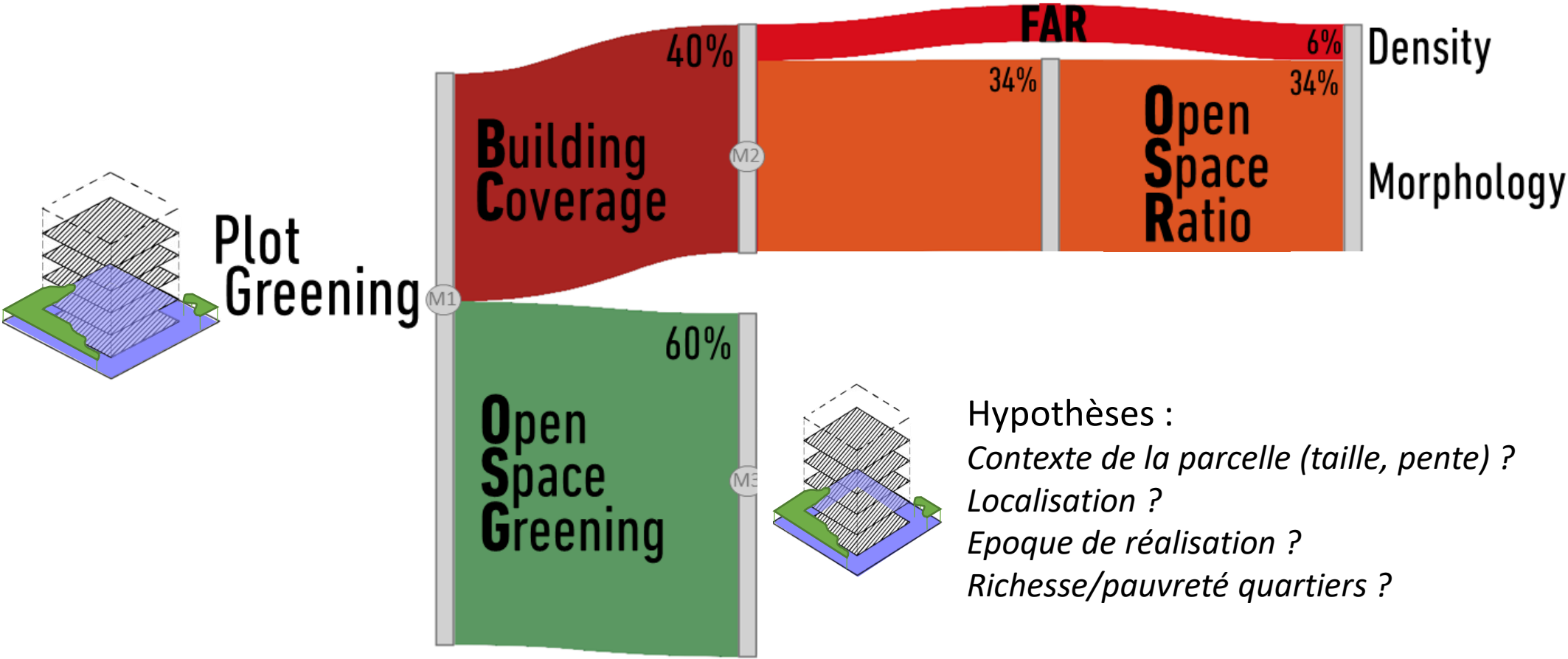
Résultats – Quels déterminants de la végétalisation ?



- Hypothèses :
- Contexte de la parcelle (taille, pente) ?
 - Localisation ?
 - Epoque de réalisation ?
 - Richesse/pauvreté quartiers ?

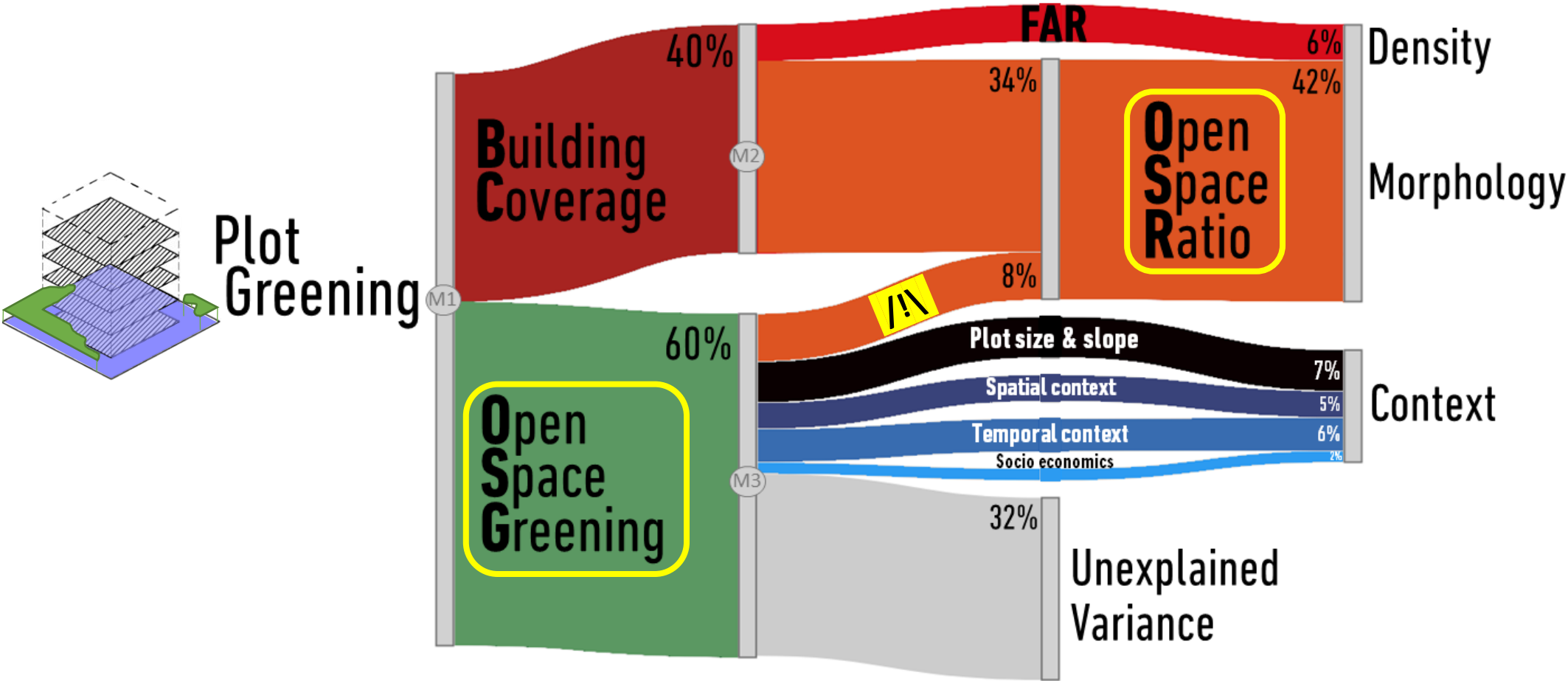
Machine Learning
Random Forest Algorithm
« Variable Importance »

Résultats – Quels déterminants de la végétalisation ?



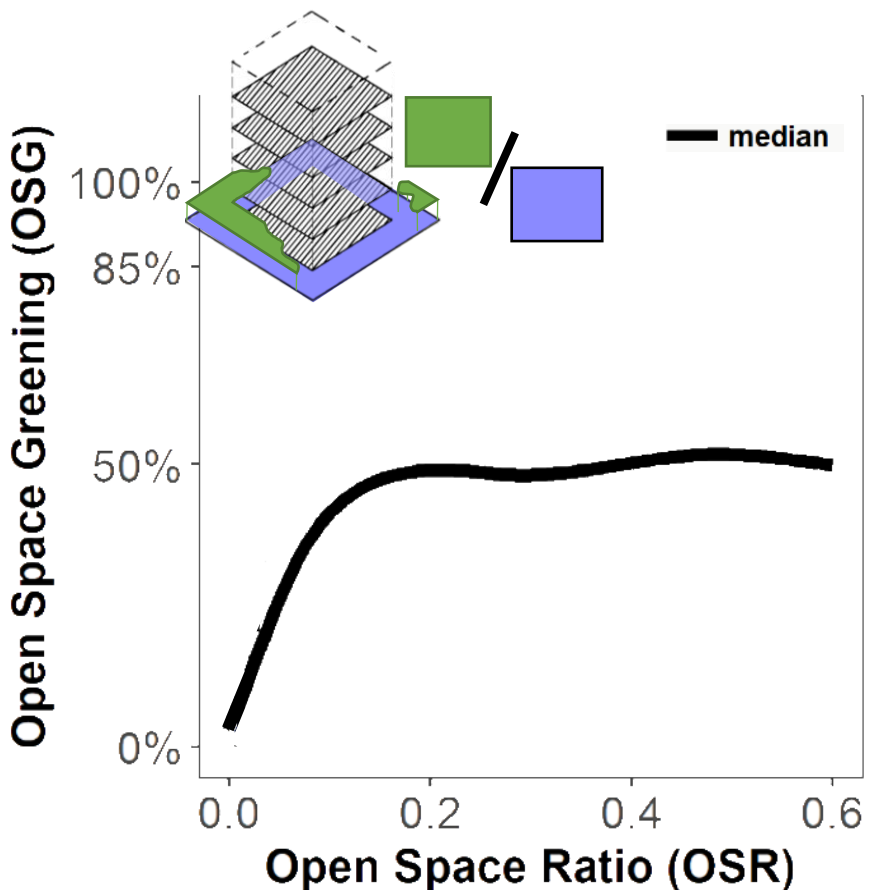
Machine Learning
Random Forest Algorithm
« Variable Importance »

Résultats – Quels déterminants de la végétalisation ?



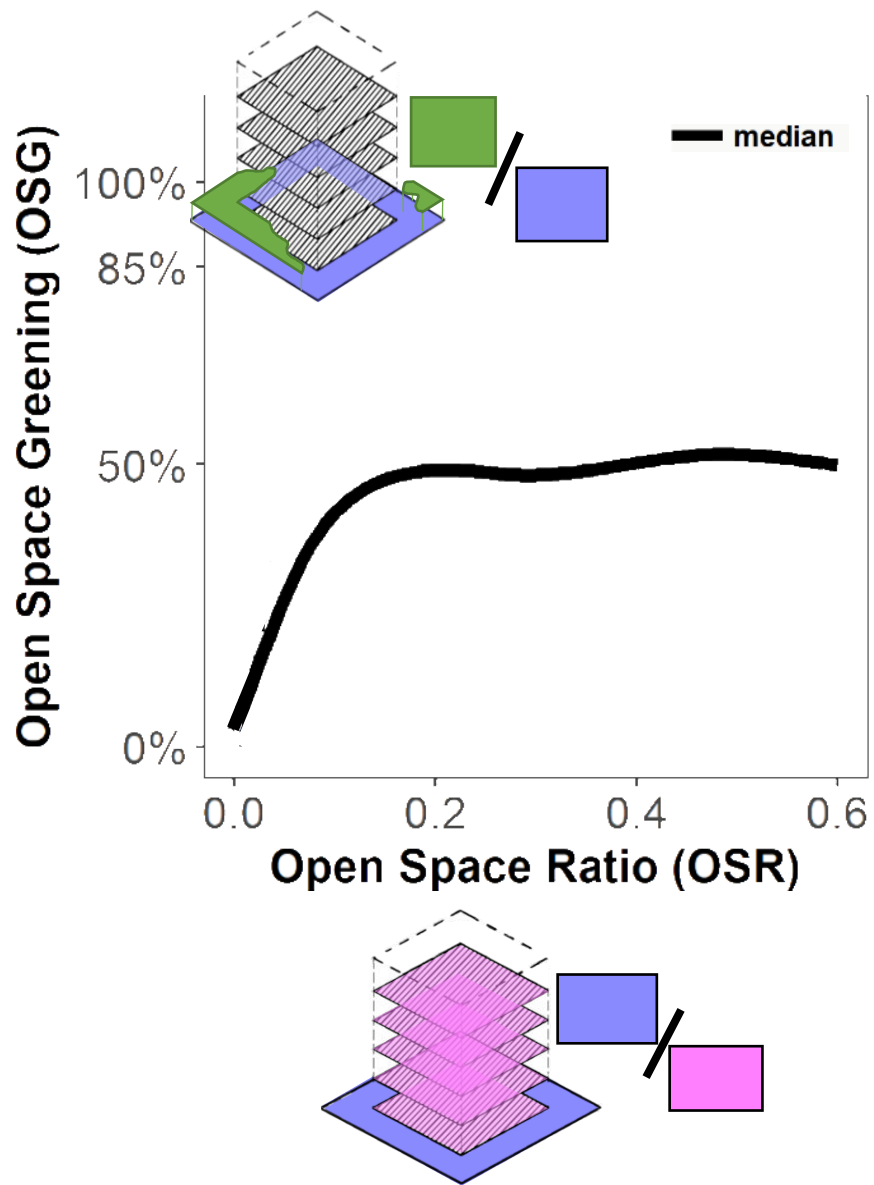
Machine Learning
 Random Forest Algorithm
 « Variable Importance »

L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative*?



Découverte empirique : un point de bascule
OSR faible = végétalisation open space s'effondre

L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative*?

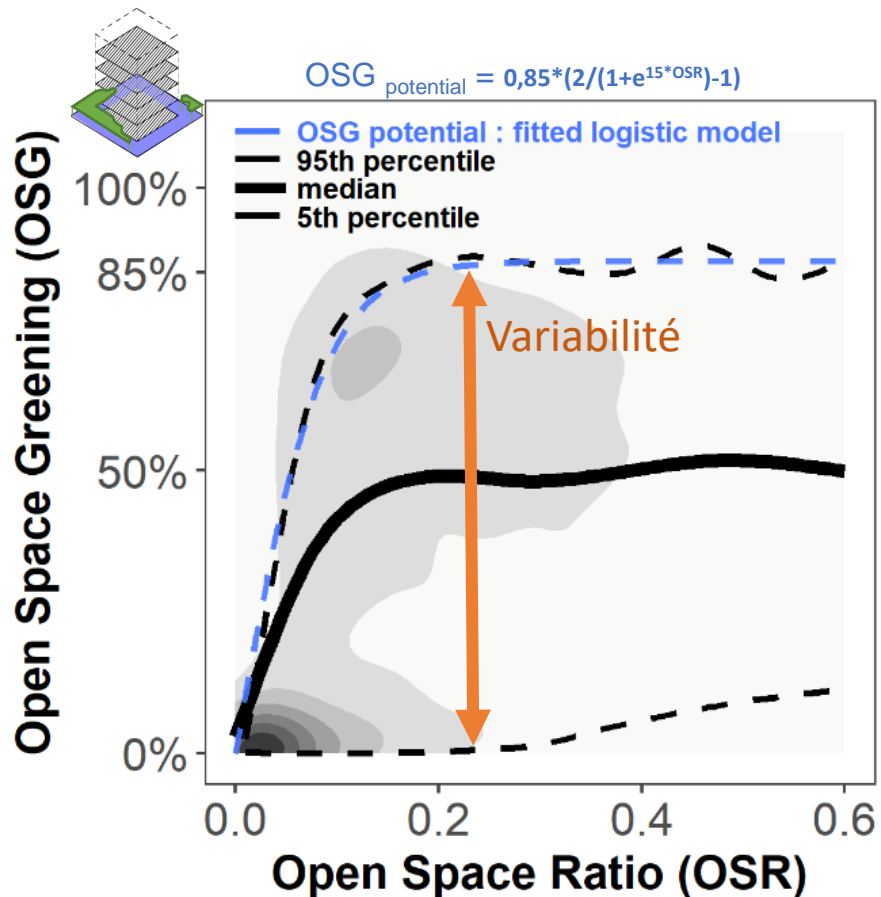


Découverte empirique : un point de bascule
OSR faible = végétalisation open space s'effondre
Hypothèse : pressions et conflits d'usages ?

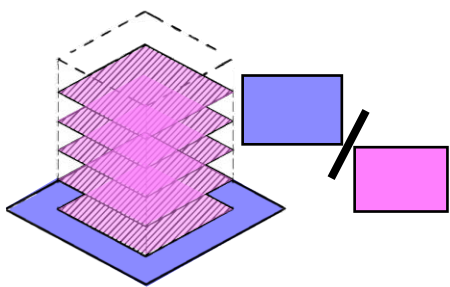
Espace végétalisé restreint + pressions/conflits d'usage...



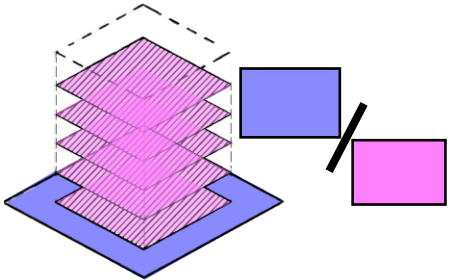
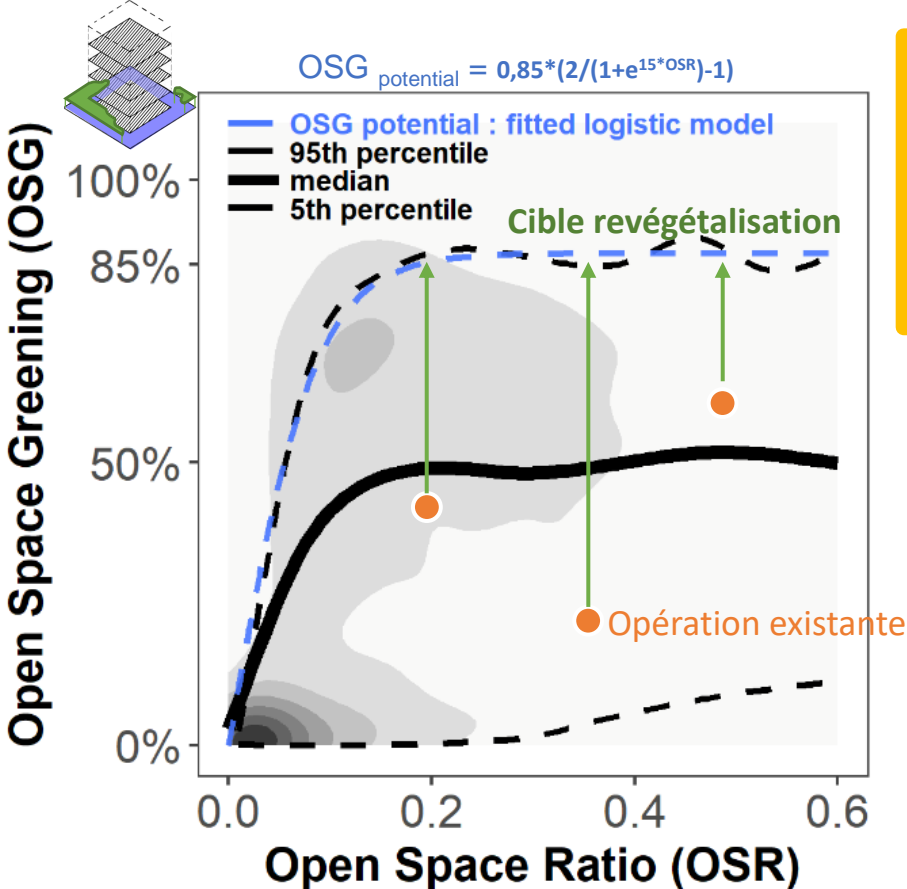
L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative*?



Découverte empirique : un point de bascule
Observation sup. : des pratiques paysagères éloignées du potentiel max. de végétalisation



L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative* ?



Découverte empirique : un point de bascule
Observation sup. : des pratiques paysagères éloignées du potentiel max. de végétalisation

Un potentiel pour une stratégie de re-végétalisation ?

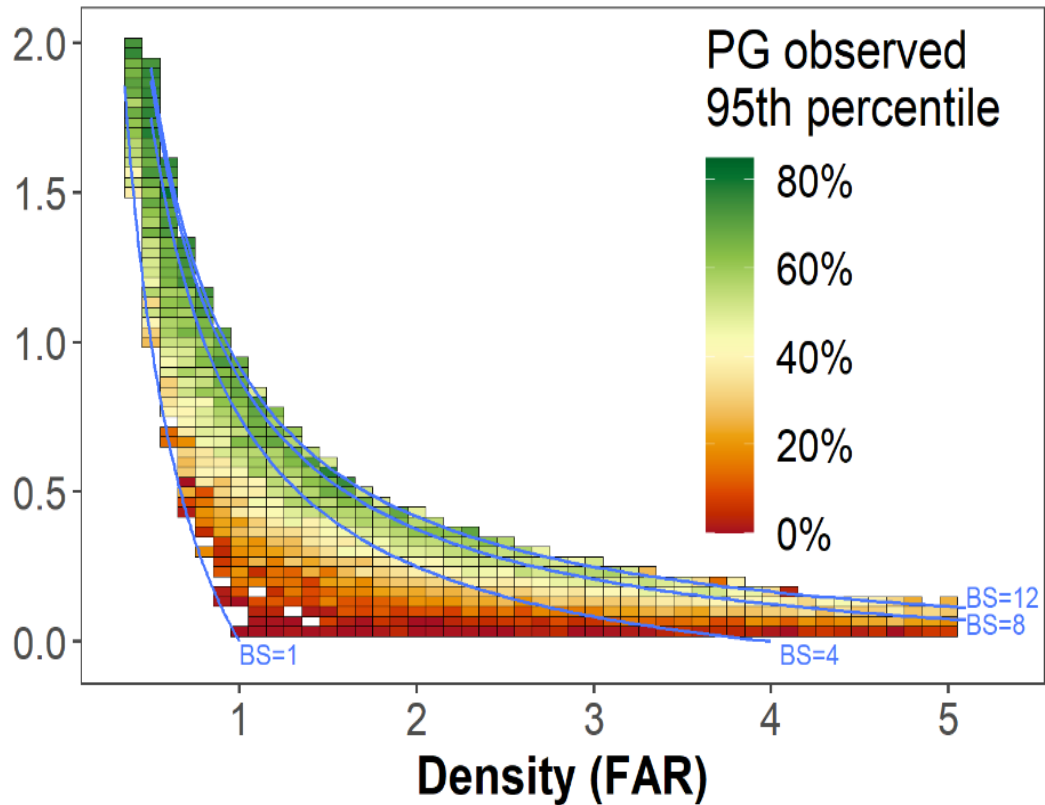


Modèle-référentiel de végétalisation selon la morphologie

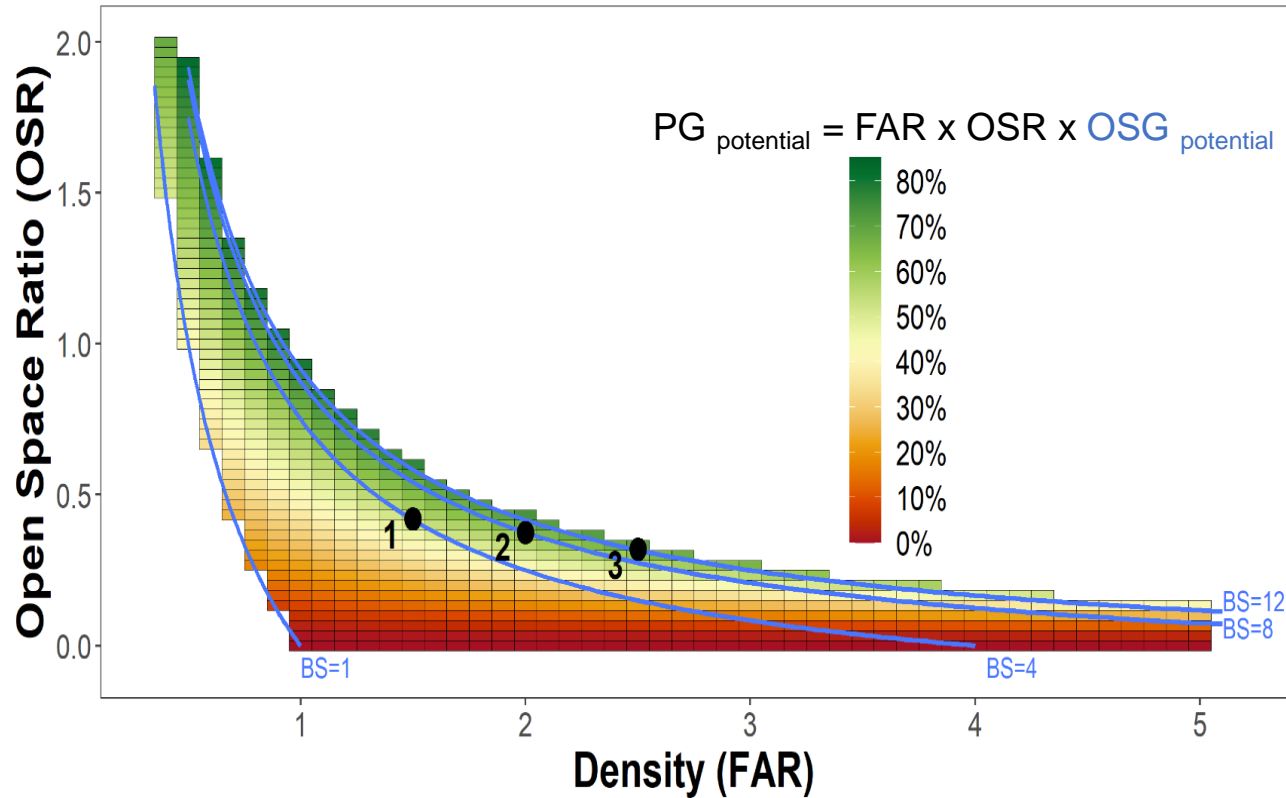
Observations .

11.593 parcelles GrandLyon

Open Space Ratio (OSR)

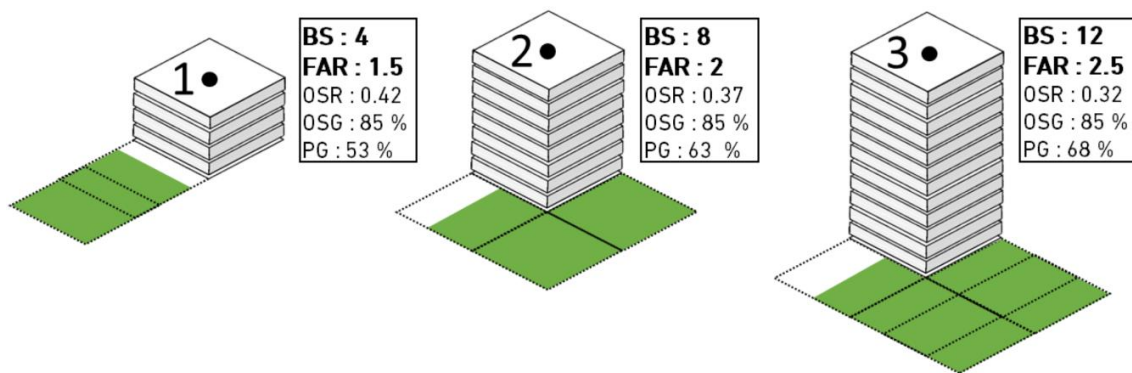


Modèle : taux de végétalisation atteignable / morphologie .

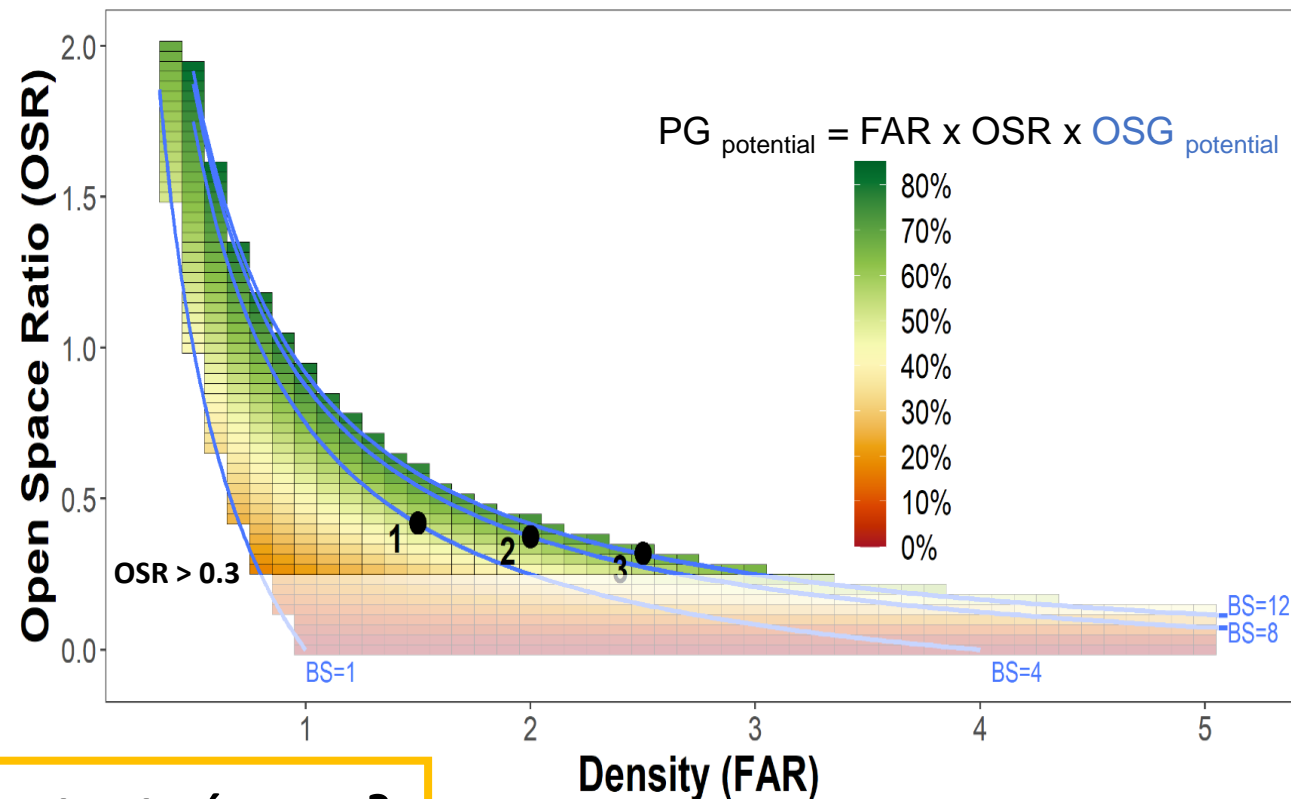


Préconisations morphologiques et réglementation

Panel morphologique opérationnel .



Modèle : taux de végétalisation atteignable / morphologie .



Quelle réglementation pour une végétalisation suffisante et pérenne ?

- si Hauteur du bâti de R+3 à R+11 (coût carbone)
- alors OSR > 0.3 permet d'atteindre : **Végétalisation pérenne > 50%**
- (via végétalisation de l'open space = 80%)

**Est-ce suffisant pour la biodiversité ?
(et les services écosystémiques?)**

Open Space Ratio et Biodiversité

Biodiversité tous horizons !

Flore

7700 observations
925 espèces

Sol

Texture, structure, chimie
méso-faune vivant dans le sol

768 carottes prélevées
43.000 organismes

Organismes au sol

Macro-faune vivant sur le sol

1.692 prélèvements
105.000 organismes

Chauves-souris

65 capteurs ultrasons
1170 h enregistrées

Insectes Pollinisateurs

672 relevés
18.000 organismes

Oiseaux

141 capteurs acoustiques : 564h enregistrées

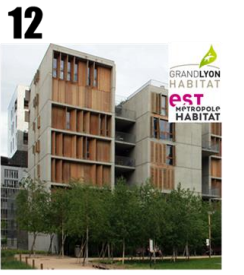
120 écoutes, 40h d'observations

52 espèces recensées

48 sites inventoriés



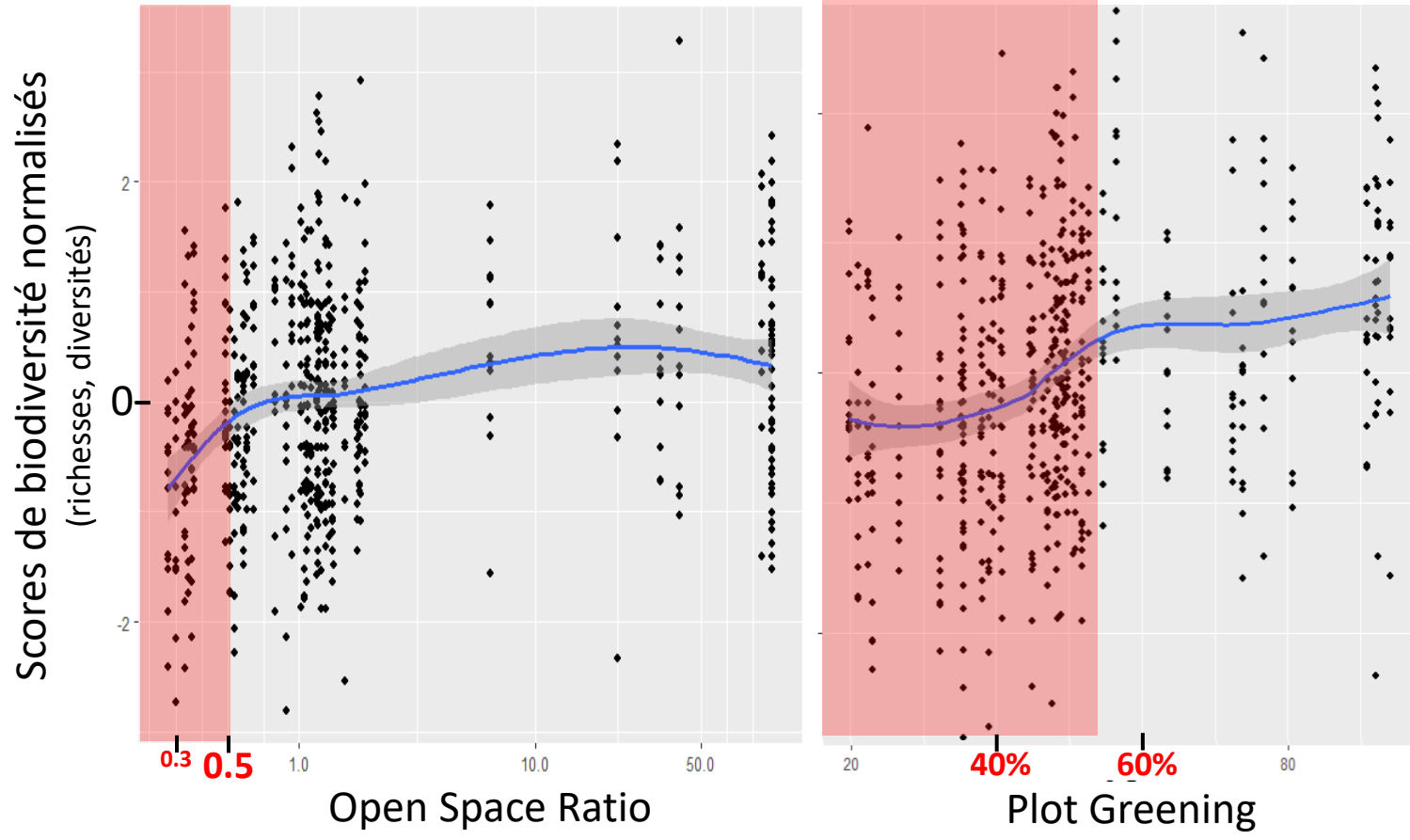
28 Copropriétés



12 Bailleurs sociaux



8 Parcs publics labellisés



Conclusion futurs aménagements :
respecter un **OSR > 0.5** et **> 50% végétalisation**

Open Space Ratio et Biodiversité

Biodiversité tous horizons !

Flore

7700 observations
925 espèces

Sol

Texture, structure, chimie
méso-faune vivant dans le sol

768 carottes prélevées
43.000 organismes

Organismes au sol

Macro-faune vivant sur le sol

1.692 prélèvements
105.000 organismes

Chauves-souris

65 capteurs ultrasons
1170 h enregistrées

Insectes Pollinisateurs

672 relevés
18.000 organismes

Oiseaux

141 capteurs acoustiques : 564h enregistrées
120 écoutes, 40h d'observations
52 espèces recensées


48 sites inventoriés

28



Copropriétés

12



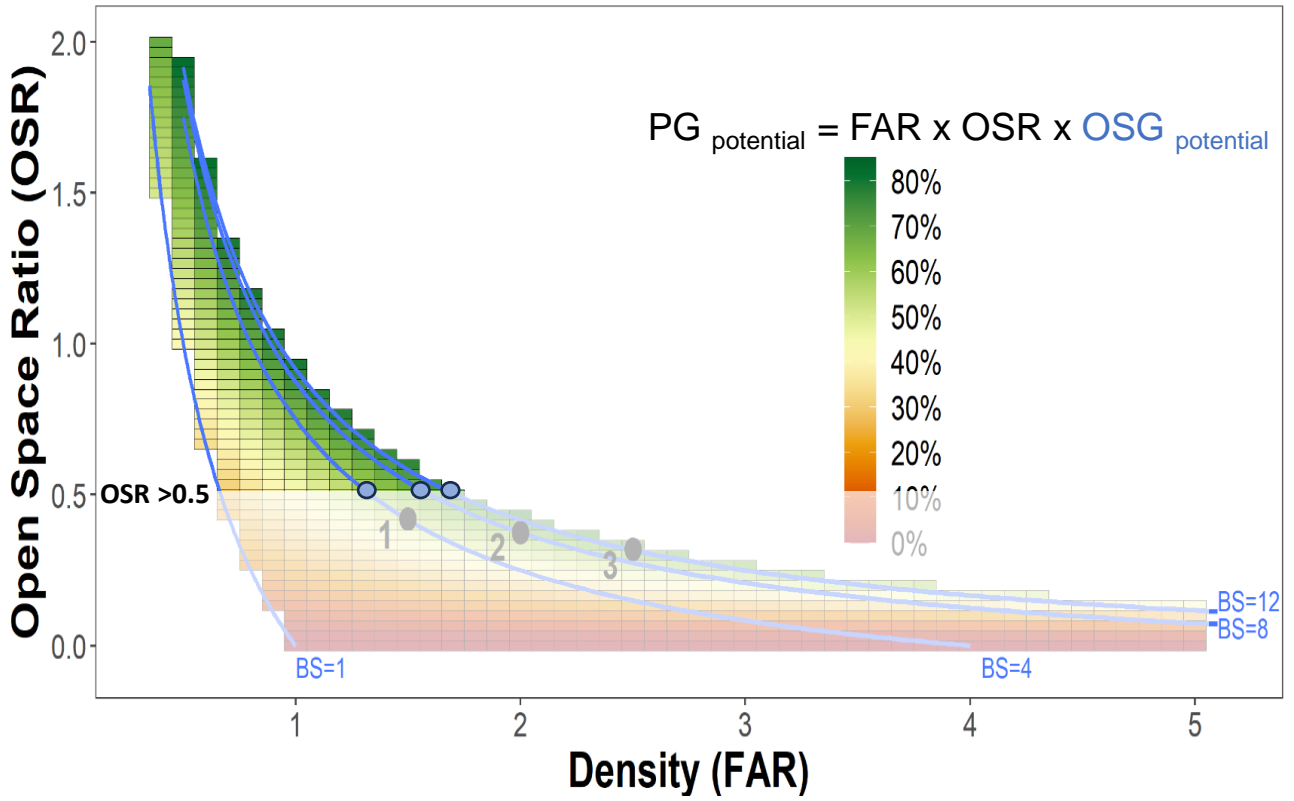
Bailleurs sociaux

8



Parcs publics labellisés

Modèle : taux de végétalisation atteignable / morphologie .



Conclusion futurs aménagements :
respecter un **OSR > 0.5** et **> 50% végétalisation**

L'OSR est un indicateur clé pour guider l'urbanisme écologique durable

Taux de végétalisation
Pressions (pérennité)
Biodiversité (résilience)

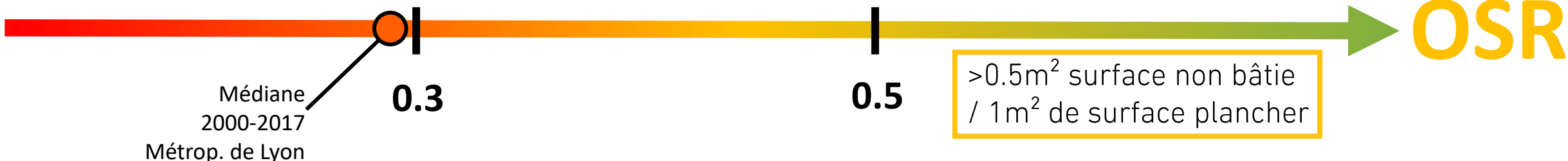
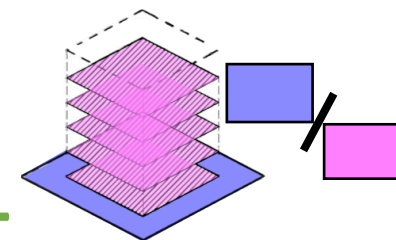
Services écosystémiques : .

Taux de végétalisation
Pressions (pérennité)
Biodiversité (résilience)

Services écosystémiques : +

Taux de végétalisation
Pressions (pérennité)
Biodiversité (résilience)

Services écosystémiques : +++



Une introduction réglementaire est nécessaire pour permettre son application dans les PLU
cf. Coefficients surfaces éco-aménageables, dits « de Biotope » -> *Code de l'urbanisme - Article L151-22*



Merci pour votre attention !

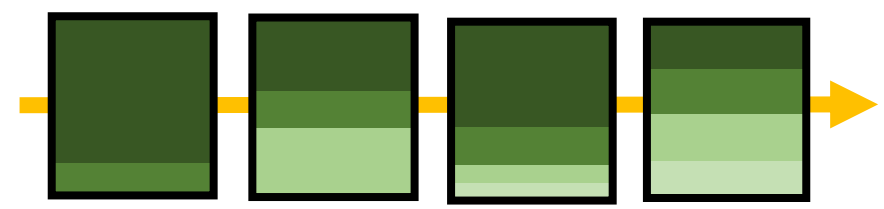
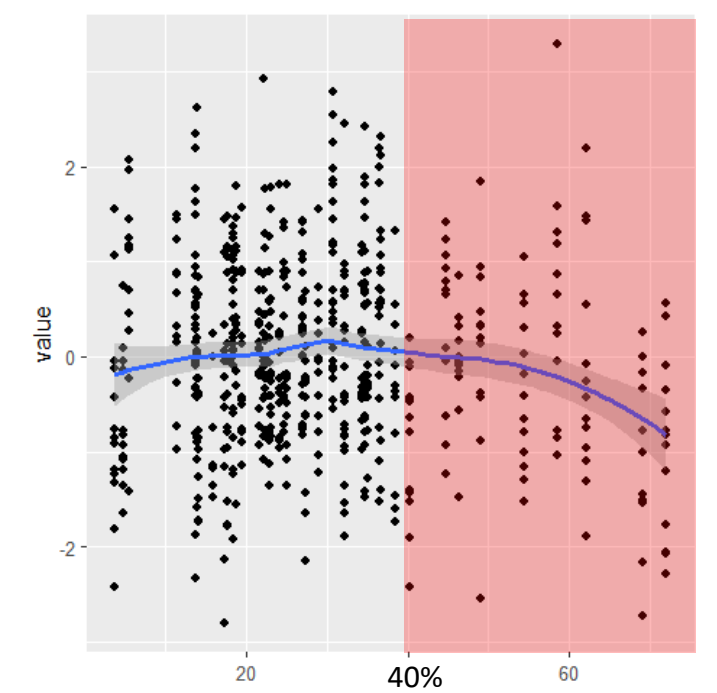
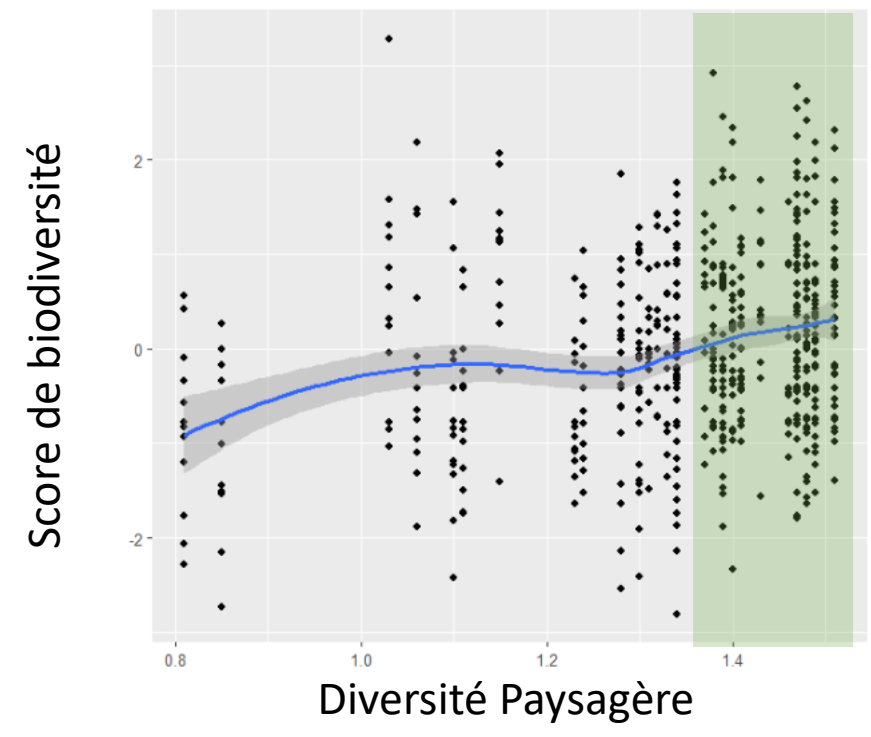
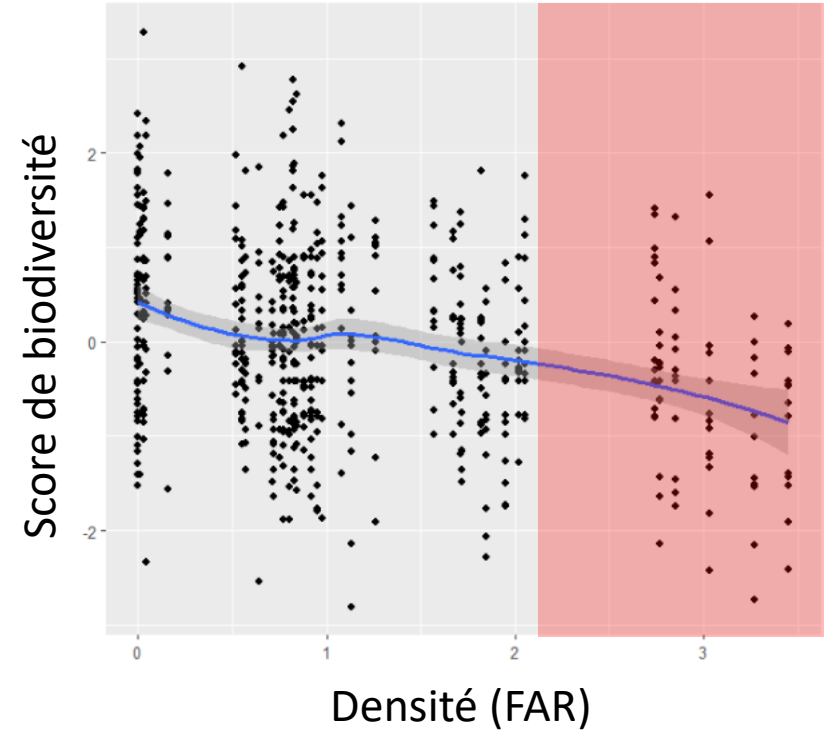


collectifs-biodiversite.universite-lyon.fr

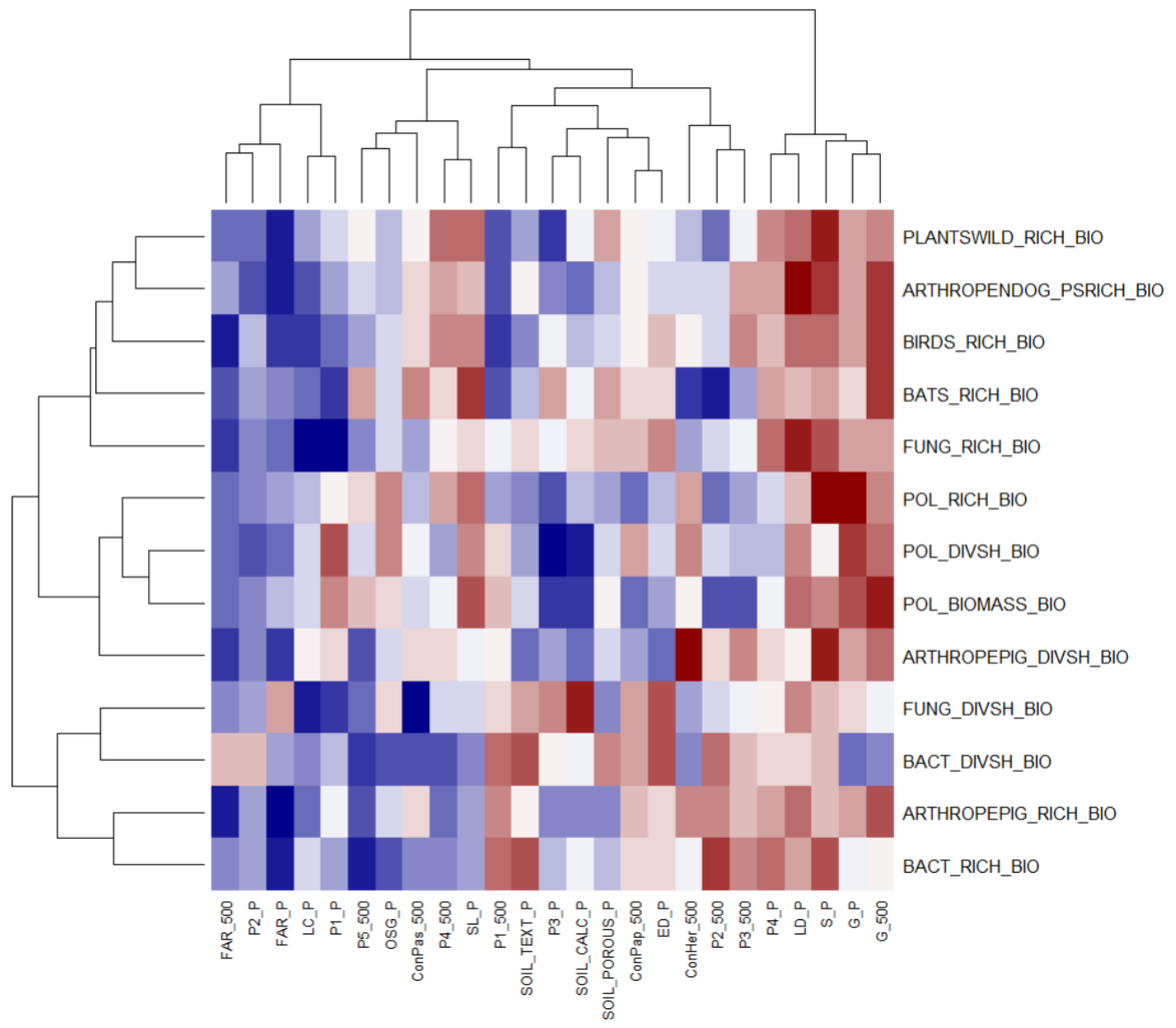
Thomas Boutreux

boutreux.thomas@gmail.com

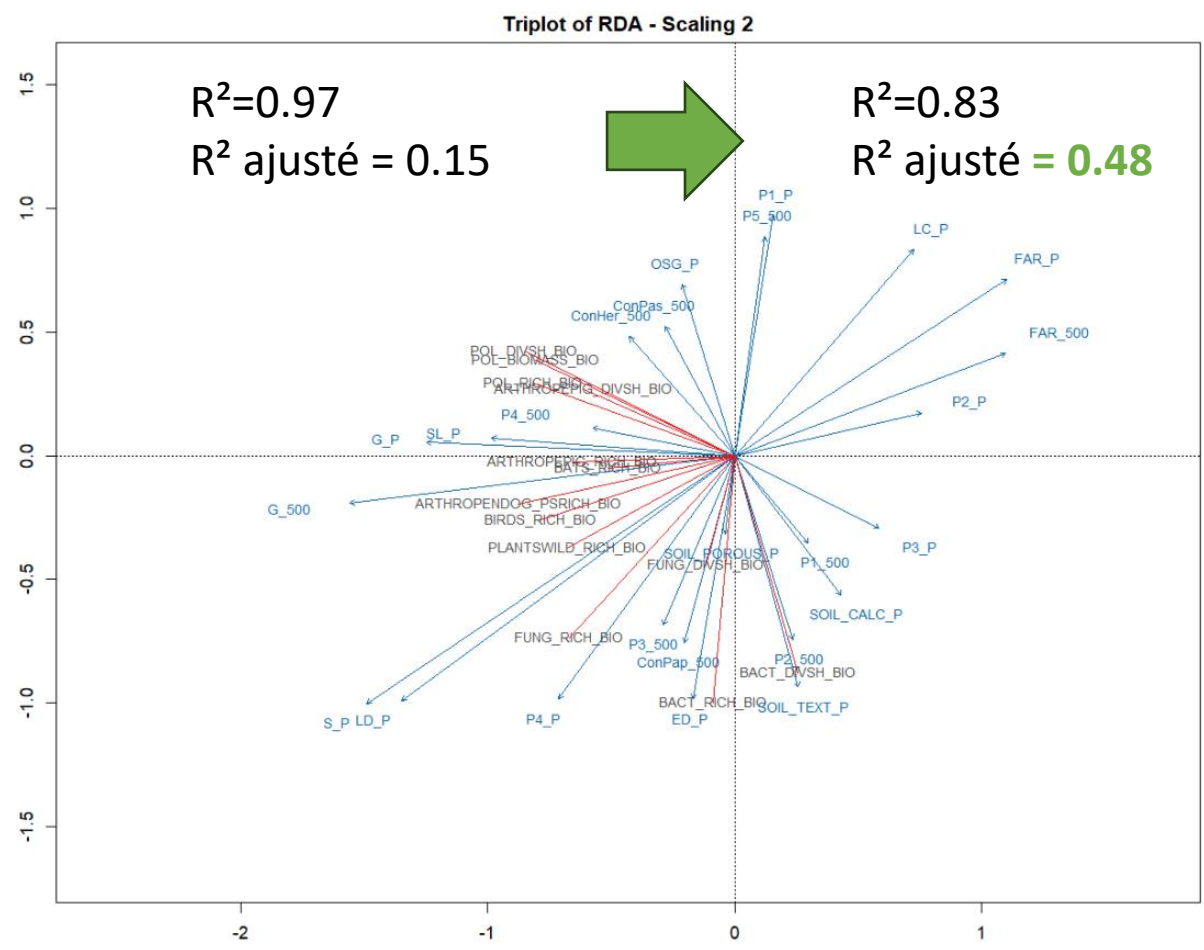
Réponse de la biodiversité



Réponse de la biodiversité

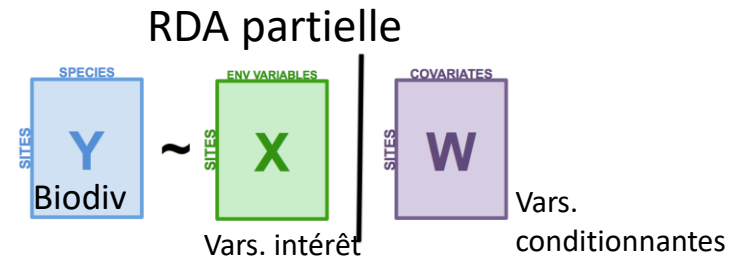
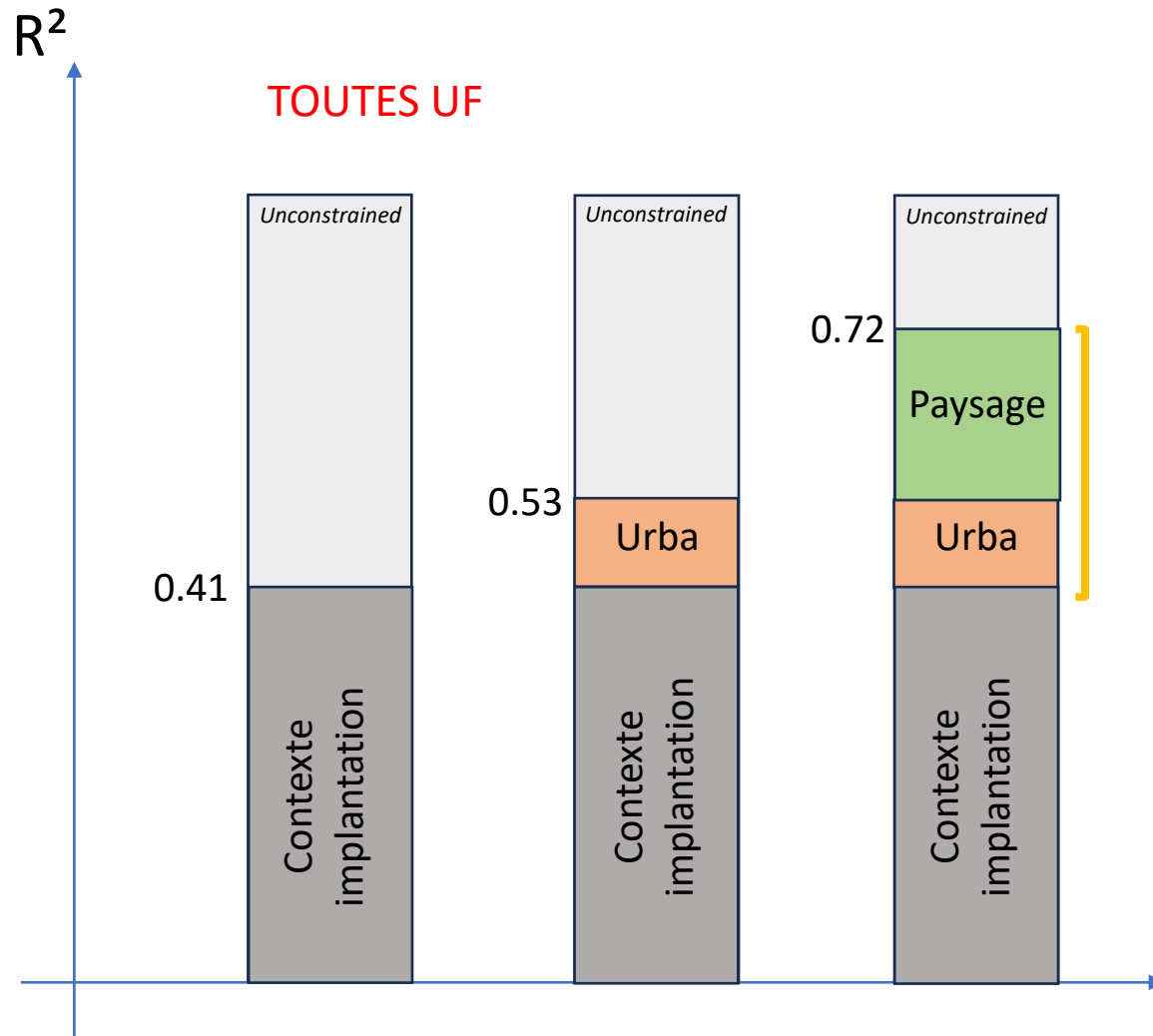


Résultat de l'algorithme de sélection de variables :
25/38 variables environnementales conservées



Axe biodiversité

Etude systémique Biodiversité X environnement urbain :

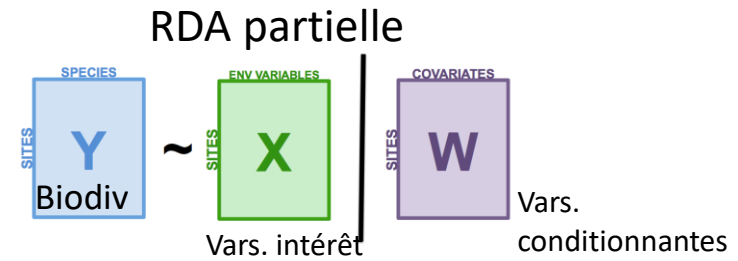
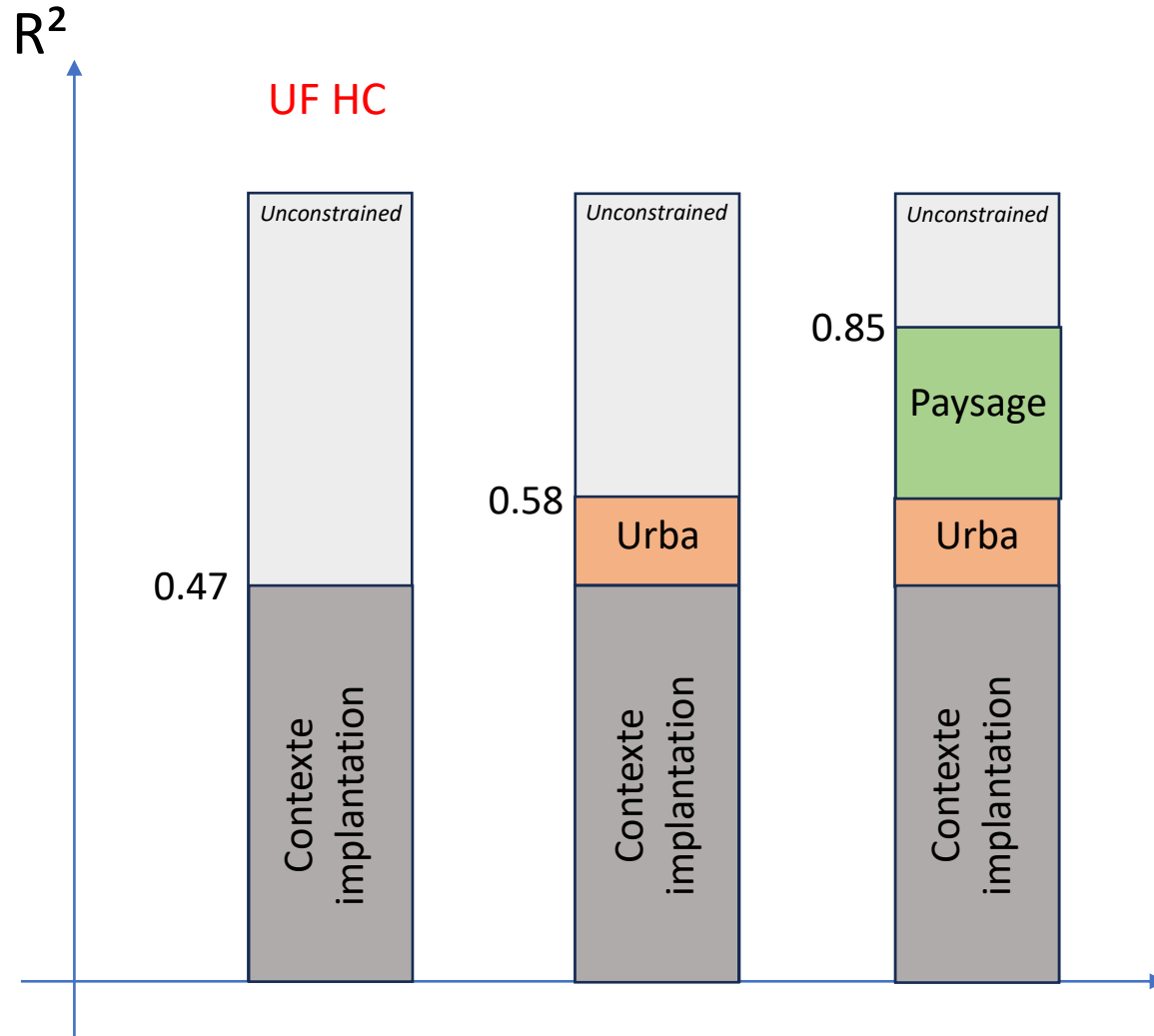


Focus paramètres « contrôlables » (hors contexte)

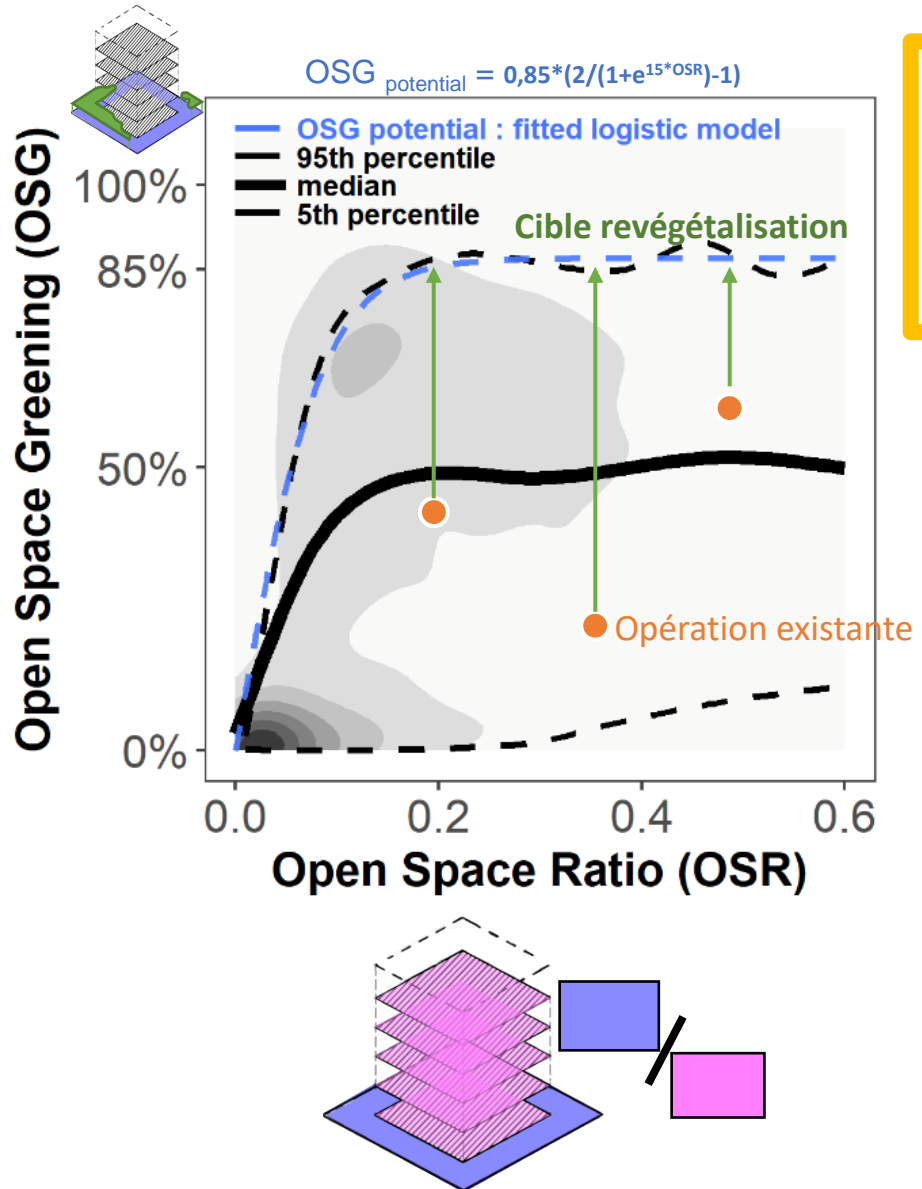
- $DF_{bionum} \sim P1_P + FAR_P + OSR_P + OSG_P + SOIL_FERT_P + SOIL_TEXT_P$
 $R^2_{ajusté} = 0.18$
- sans sol :
 $DF_{bionum} \sim P1_P + FAR_P + OSG_P + LD_P$
 $R^2_{ajusté} = 0.16$
- sans sol et densité peu ajustable:
 $DF_{bionum} \sim P1_P + OSR_P + OSG_P + LD_P$
 $R^2_{ajusté} = 0.12$

Axe biodiversité

Etude systémique Biodiversité X environnement urbain :



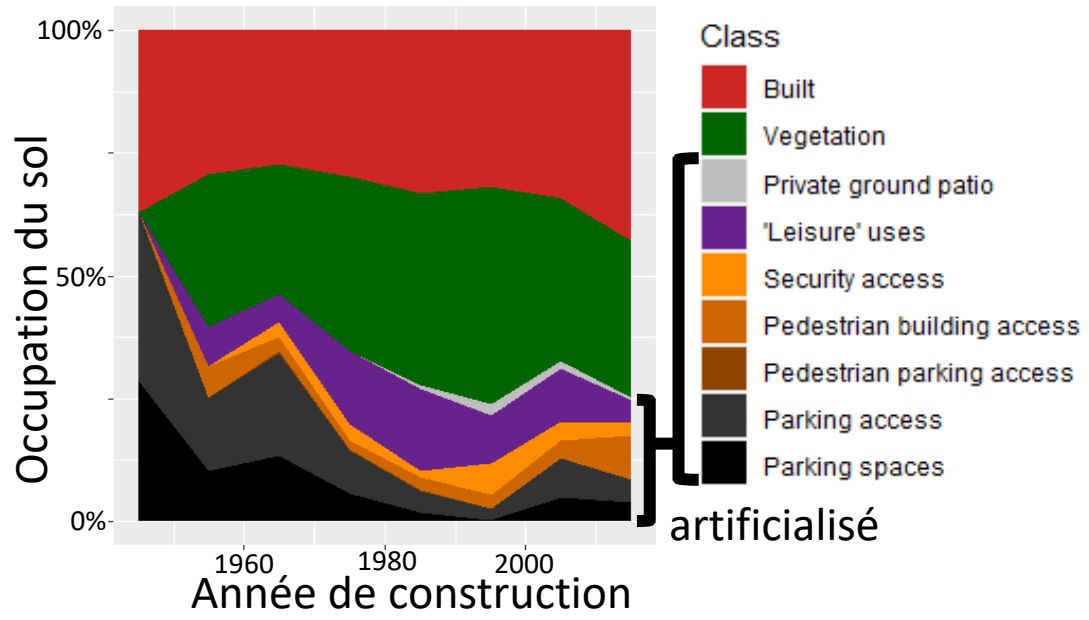
L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative*?



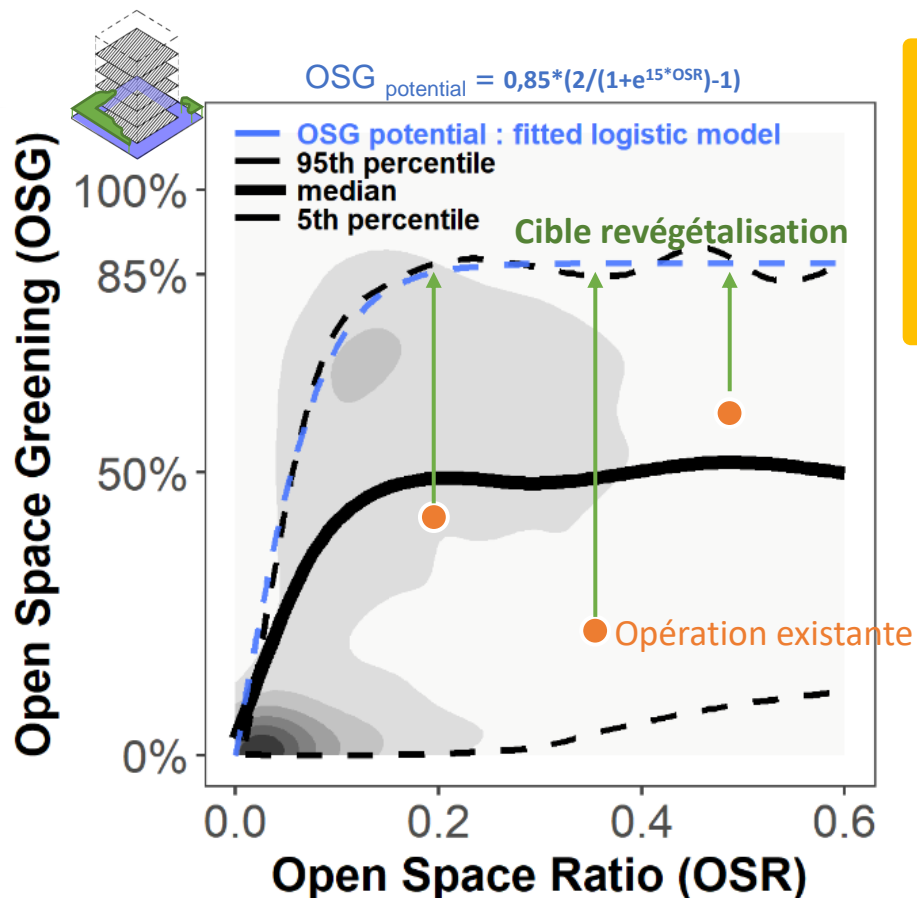
Découverte empirique : un point de bascule
Observation sup. : des pratiques paysagères éloignées du potentiel max. de végétalisation

Un potentiel pour une stratégie de re-végétalisation ?

Quels usages des espaces artificialisés ?
 Mesure terrain de 117 habitats collectifs avec OSR > 0.3



L'open space ratio, une mesure de la *densité qualitative*?



Découverte empirique : un point de bascule
Observation sup. : des pratiques paysagères éloignées du potentiel max. de végétalisation

Un potentiel pour une stratégie de re-végétalisation ?

Quels usages des espaces artificialisés ?

Mesure terrain de 117 habitats collectifs avec OSR > 0.3

